

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення лабораторних занять
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності
G18 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять із навчальної дисципліни «Електронні геодезичні прилади» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. О. Воронков, С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 164 с.

Укладачі: канд. екон. наук, доц. О. О. Воронков,
канд. техн. наук, доц. С. Г. Нестеренко,
канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

Ю. Б. Радзінська, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 25.08.2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОННИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ.....	10
Лабораторна робота № 1 Принцип роботи та будова лазерного далекоміра (2 години)	10
Лабораторна робота № 2 Вимірювання відстаней за допомогою лазерного далекоміра (2 години).	19
Лабораторна робота № 3 Використання функцій лазерного далекоміра LEICA DISTO D2 (4 години).....	23
Лабораторна робота № 4 Призначення, будова та принцип дії електронних теодолітів (3 години)	32
Лабораторна робота № 5 Вимірювання за допомогою електронних теодолітів (4 години).....	43
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 «СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»	56
Лабораторна робота № 6 Робота з цифровим електронним нівеліром (2 години)	56
Лабораторна робота № 7 Принцип роботи та будова електронного тахеометра SOUTH NTS-350R (2 години)	68
Лабораторна робота № 8 Повірка та юстирування електронного тахеометра SOUTH NTS-350R (4 години)	76
Лабораторна робота № 9 Вимірювання кутів за допомогою електронного тахеометра SOUTH NTS-350R (2 години)	88
Лабораторна робота № 10 Вимірювання відстаней за допомогою електронного тахеометра SOUTH NTS-350R (4 години).....	94
Лабораторна робота № 11 Визначення координат за допомогою тахеометра SOUTH NTS-350R (2 години)	101

Лабораторна робота № 12 Вимірювання відстаней із зміщенням за допомогою тахеометра SOUTH NTS-350R (4 години).....	108
Лабораторна робота № 13 Робота із файлами у пам'яті тахеометра SOUTH NTS-350R (4 години)	119
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ З СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ.....	126
Лабораторна робота № 14 Ознайомлення з комплектом приймача GNSS ZENO20 (2 години)	126
Лабораторна робота № 15 Робота з комплектом GNSS-приймачів SOUTH.....	138
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	160
Додаток А.....	163

ВСТУП

Дисципліна «Електронні геодезичні прилади» є обов'язковою дисципліною у навчальному плані спеціальності G18 Геодезія та землеустрій на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти. Обсяг курсу становить 180 академічних годин або 6 кредитів ECTS. Відповідно до програми курс розділений на три змістових модуля: «Фізичні основи електронних геодезичних приладів», «Сучасні електронні геодезичні прилади» та «Системи глобального позиціонування».

Метою вивчення дисципліни «Електронні геодезичні прилади» є набуття здобувачами професійних знань та практичних навичок із застосування сучасних технологій виконання геодезичних робіт, що потребує ознайомлення здобувачів з принципами роботи, будовою та методами математичної обробки геодезичних даних.

Сучасні електронні геодезичні прилади за будовою є поєднанням електронних або оптико-електронних елементів та процесора. Отже, опрацювання результатів вимірів виконується одночасно з вимірюванням за допомогою спеціального програмного забезпечення. У сучасній геодезичній практиці велику частину вимірювальних робіт виконують супутниковими методами, але використання наземних методів так само залишається актуальним. Наземні методи вимірювань передбачають застосування сучасних електронних теодолітів, тахеометрів, цифрових електронних нівелірів та ін.

Ці методичні рекомендації призначені для досконалішого засвоєння студентами матеріалу дисципліни шляхом практичної роботи з сучасними електронними тахеометрами, навігаційно-геодезичними супутниковими системами та іншими електронними приладами в ході виконання лабораторних робіт.

У методичних рекомендаціях наведені основні правила техніки безпеки під час роботи з оптичним та лазерним обладнанням, перелік приладів, необхідний для виконання кожної лабораторної роботи, порядок її виконання, вимоги до

звіту та контрольні запитання для самоперевірки засвоєння матеріалу.

Лабораторні роботи студент має виконати у термін, призначений навчальним графіком та відповідно до розкладу занять. Кожна лабораторна робота супроводжується захистом відповідного звіту. Звіт з лабораторної роботи потрібно оформити за допомогою редактора Word відповідно до встановлених вимог, тобто на одній стороні аркушів паперу A4, береги 3, 2,5, 2,5 та 1 см, текст виконаний чорним шрифтом Times New Roman 14 пт, абзаци з міжрядковим інтервалом 1,5, з абзацним відступом 1,25 см, вирівнювання – за шириною. Скриншоти листів Excel (рисунки), мають бути відцентровані без абзацного відступу. Зразок титульного аркуша наведений у додатку А.

Оформлений звіт з лабораторної роботи студент має подати та захистити під час наступного заняття перед тим, як приступить до виконання наступної лабораторної роботи. Якщо студент з поважної причини пропустив виконання лабораторної роботи, він має відпрацювати її з дозволу викладача та у поза аудиторний час. Якщо наприкінці семестру студент має невідпрацьовану або незахищену лабораторну роботу, його не допускають до здачі екзамену.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Загальні заходи безпеки

Електронні геодезичні прилади є складними системами, що у своїй будові містять електронні та оптико-електронні елементи та лазерне обладнання. Лазерне обладнання дозволяється встановлювати, налаштовувати та експлуатувати тільки кваліфікованому та підготовленому персоналу. Отже це обладнання потребує дуже обережного, уважного та грамотного поводження для запобігання як його пошкодження, так і ситуацій, що можуть бути небезпечними для користувача.

1. Ніколи не можна направляти об'єктив приладу прямо на сонце. Під час виконання вимірів в умовах яскравої освітленості необхідно застосовувати спеціальний фільтр для об'єктива.

2. Потрібно уникати збереження та використання приладу в умовах дуже високих або низьких температур та не піддавати його різким змінам температури.

3. Зберігати прилади потрібно поміщеними у їхні футляри.

4. Необхідно уникати впливу на прилади ударів, пилу та підвищеної вологості.

5. Під час встановлення або зняття приладу зі штативу потрібно притримувати його рукою.

6. Оптичні частини приладу потрібно протирати тільки спеціальною бавовняною тканиною, не застосовуючи розчинювачі, окрім чистого спирту.

7. Не можна торкатися пальцями до поверхні оптичних деталей.

8. Поверхню приладу після закінчення роботи та за наявності вологи на його поверхні потрібно протирати вовняною тканиною.

9. На початку робіт потрібно перевірити стан живлення, працездатність, основні налаштування та поправочні константи приладу.

10. Ремонт приладу потрібно здійснювати тільки у сервісному центрі.

11. Небезпечно застосовувати рейки та вішки поблизу від електромереж та силових установок, наприклад, лінії високої напруги або електрифікованих залізниць, потрібно дотримуватись безпечної відстані.

12. Під час виконання розмітки на місцевості потрібно враховувати такі умови, наприклад, як перепони, ями або рух транспорту.

13. Комп'ютери, що призначені для роботи тільки у приміщенні, заборонено застосовувати у польових умовах, оскільки існує небезпека удару електричним струмом.

14. При встановленні приладу потрібно обов'язково переконатися, що його приналежності, наприклад, штатив, трегер, з'єднувальні кабелі, правильно та надійно закріплені.

15. Ніколи не можна залишати вертикальну рейку, що підтримується розтяжкою, без нагляду, оскільки її падіння може травмувати людей та пошкодити обладнання.

16. Під час транспортування та використання елементів живлення внаслідок механічних впливів може виникнути безпека щодо їх займання.

Техніка безпеки під час роботи з лазером

1. Використання лазерного обладнання може становити небезпеку.

2. Видимий лазер не можна направляти в очі, це небезпечно для здоров'я.

3. Заборонено виконувати виміри за призмою при встановленому безвідбивному режимі, оскільки це може пошкодити далекомірний пристрій сильним відображенням сигналом.

4. Заборонено безперервно дивитись на лазерний промінь, необхідно уникати прямого попадання в очі.

5. Для попередження небезпечних ситуацій усі користувачі мають беззаперечно виконувати заходи обережності і контролю.

6. Лазерний пучок може становити небезпеку і пошкодити зір, якщо не дотримуватись правил роботи.

7. Не дивіться на лазерний пучок та не направляйте його на інших осіб.

8. Відображений від об'єктів з високою відбивною здатністю промінь також може пошкодити зір.

9. Забороняється направляти, навіть випадково, лазерний промінь на дзеркальні відбиваючі поверхні, наприклад призми, металеві предмети та вікна.

10. Заборонено дивитись на об'єкт, що відбиває лазерний промінь.

11. Коли лазер увімкнений (у режимі далекоміра), заборонено дивитись на його відбиваючу частину та на простір біля призми.

12. Спостерігати призму можна тільки через зорову трубу приладу.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОННИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Лабораторна робота № 1

Принцип роботи та будова лазерного далекоміра (2 години)

Мета роботи: вивчення принципу роботи та будови лазерного далекоміра, його технічних характеристик, функціональних можливостей та налаштування приладу.

Прилади та обладнання: лазерний далекомір Leica DISTO D2, геодезичні марки.

Призначення приладу

Лазерні далекоміри призначені для реалізації одного з найшвидших і зручних способів визначення лінійних розмірів, площ і об'ємів об'єктів нерухомості, також і для об'єктів, що мають складну конфігурацію меж. Таку роботу може виконати одна людина, навіть для недоступного об'єкта і без входу у небезпечну для життя зону.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення принципу роботи лазерного далекоміра Leica DISTO D2.

Лазерний далекомір – це вимірювальний прилад, призначений для вимірювання лінійних відстаней, а також для визначення площі поверхонь та об'єму об'єктів. Як основні складові лазерний далекомір у своїй будові містить імпульсний лазер і контролер сигналу. Отже, принцип роботи лазерного далекоміра полягає у тім, що він визначає часовий проміжок, який потрібний для подолання лазерним пучком відстані від приладу до відбивача і назад. За відомої швидкості світла, прилад підраховує значення відстані між лазерним

далекоміром і об'єктом. Завдяки постійній фізичній властивості електромагнітного випромінювання поширюватися з певною швидкістю, отримано можливість вимірювання відстані до заданої точки. Для визначення відстані імпульсним методом у вимірювальному приладі застосовується наступна формула:

$$L = c \cdot t / 2, \quad (1.1)$$

де L – відстань до вимірюваної точки, м;

c – швидкість поширення лазерного випромінювання, м / с;

t – проміжок часу, який потрібен для проходження сигналом відстані до вимірюваної точки і назад, с.

2. Вивчення будови та технічних характеристик лазерного далекоміра Leica DISTO D2.

Прилад Leica DISTO D2 компактний та легкий, його вага разом з елементами живлення становить 100 грамів. Модель лазерного далекоміра, що вивчається, надає можливості робити заміри на відстанях до кількох десятків метрів без застосування пластини для позиціонування лазерного променя.

Живлення приладу забезпечують дві батареї типу ААА, із напругою у 1,5 В. Один комплект елементів живлення розрахований на кілька тисяч вимірів. Технічні характеристики лазерного далекоміра Leica DISTO D2 наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики лазерного далекоміра Leica DISTO D2

Показник	Значення показника
1	2
Точність за сприятливих умов	1,5 мм / 1/16 дюйма
Точність за несприятливих умов	3 мм / 1/8 дюйма
Діапазон за сприятливих умов	0,05–100 м / 0,16–330 футів

Продовження таблиці 1.1

1	2
Діапазон за несприятливих умов	0,05–60 м / 0,16–200 футів
Найменша одиниця вимірювання	0,1 мм / 1/32 дюйма
Ø лазерної точки на відстанях	6/30/60 мм / 10/50/100 м
Ступінь захисту	IP 54 (пилозахищений, бризкозахищений)
Автоматичне вимикання лазера	після 90 с
Автоматичне вимикання живлення	після 180 с
Bluetooth® Smart	Bluetooth® v4.0
Діапазон Bluetooth® Smart	<10 м
Термін експлуатації батареї (2 × AAA) до	10 000 вимірів
Розмір (В × Д × Ш)	116 мм × 44 мм × 26 мм / 4,57 × 1,73 × 1,02 дюйма
Температурний діапазон зберігання / експлуатації	від -25 °C до 70 °C/ від -13 °F до 158 °F / від -10 °C до 50 °C/ від 14 °F до 122 °F

Зауважимо, що як сприятливі умови розуміють білу й дифузно відбиваючу мішень, зокрема, це може бути крашена біла стіна, а також низьку фонову освітленість та помірні температури. Як несприятливі умови розуміють мішені з більш низькою або більш високою відбивністю або високою фовою освітленістю, або температури на верхній чи нижній межах вказаного діапазону температури.

Наведена у таблиці технічних характеристик лазерного далекоміра похибка визначена для відстаней від 0,05 м до 5 м з рівнем достовірності 95 %. За сприятливих умов значення погрішності може погіршитись на 0,10 мм/м для відстаней понад 5 м. За несприятливих умов значення погрішності може погіршитись на 0,15 мм/м для відстаней понад 5 м.

3. Вивчення функціональних клавiш лазерного далекомiра Leica DISTO D2.

Функціональні клавiшi, за допомогою яких здiйснюється налаштування та робота приладу наведені на рисунку 1.1.

Пiд час манiпулювання функціональними клавiшами приладу користуються такими прийомами як однократне та багаторазове натискання, а також затиснення протягом певного часу, зазвичай протягом двох секунд. Клавiша 2 Вмикання / вимiрювання – реалiзує вмикання та вимикання приладу, а також дає команду на здiйснення вимiру. Однiєю з функцiй клавiши 3 Додавання є встановлення одиниць вимiрювання шляхом одночасного затиснення двох клавiш – 3 та 9 протягом двох секунд. Клавiша 4 Функцiї – реалiзує вмикання та вимикання звукового сигналу шляхом її одночасного затиснення iз клавiшею 8 протягом двох секунд. Клавiша 5 Точка вiдлiку – налаштовує переключення точки вiдлiку вимiрiв шляхом однократного натискання. Затиснення клавiши протягом 2 секунд задає точку вiдлiку вiд передньої поверхнi як постійну.

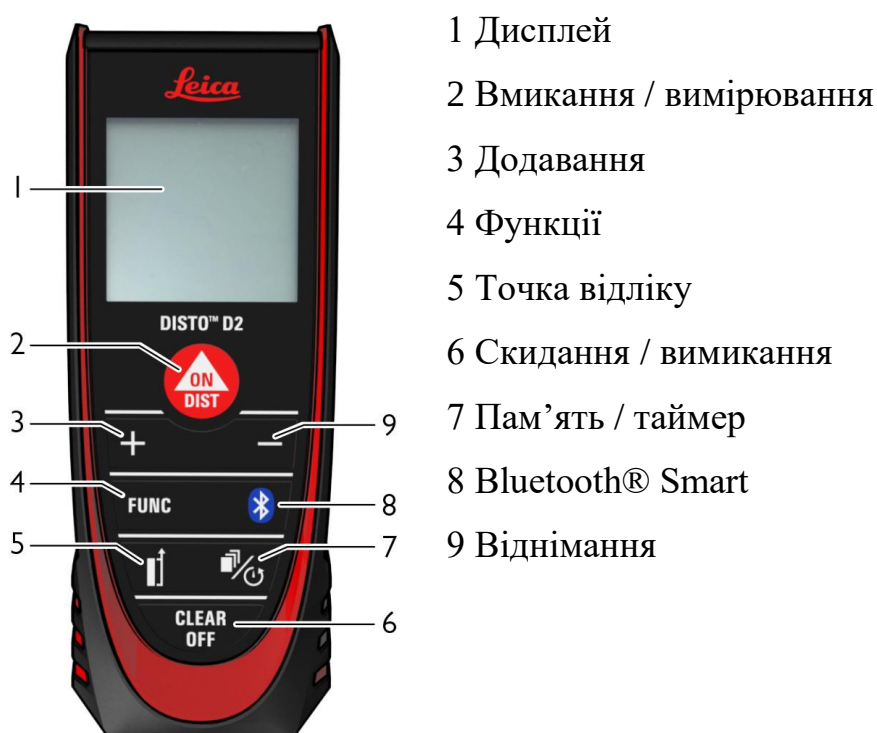


Рисунок 1.1 – Функціональні клавiшi

4. Налаштування приладу Leica DISTO D2.

Встановлення або заміна елементів живлення (рис. 1.2).

Для встановлення або заміни елементів живлення потрібно розгорнути прилад нижньою стороною уверх, а потім відкрити позиційну скобу на нижній кришці приладу у положення, що показано на рисунку 1.2.

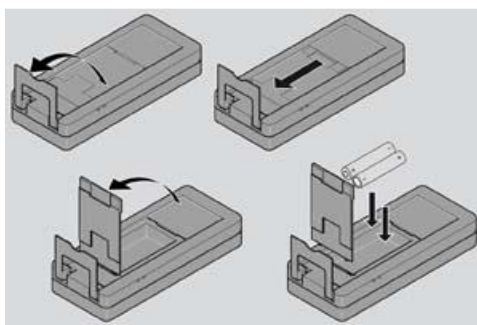


Рисунок 1.2 – Встановлення або заміна елементів живлення

Далі необхідно зсунути запірну заскочку та відкрити батарейний відсік. Помістити до нього нові елементи живлення. Необхідно обов'язково звернути увагу на правильну полярність елементів живлення. Потім потрібно закрити батарейний відсік у зворотній послідовності та повернути у вихідне положення заскочку.

Порядок вмикання та вимикання приладу показаний на рисунку 1.3.



а)

б)

Рисунок 1.3 – Вмикання / вимикання приладу:

а – вмикання приладу; б – вимикання приладу

двох секунд відповідно до рисунка 1.7.

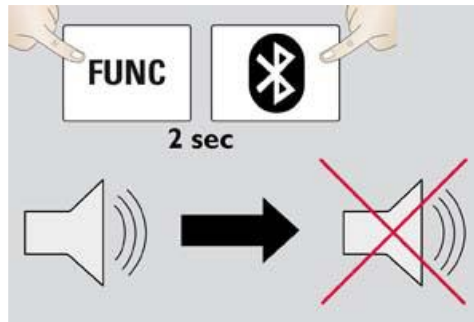


Рисунок 1.7 – Вмикання / вимикання звукового сигналу

Виконайте декілька разів ввімкнення та вимикання звукового сигналу. Зверніть увагу на індикацію на дисплеї.

Скасування функцій та операцій. Для скасування функцій та останніх операцій призначена клавіша скасування 6. Функція клавіши 6 показана на рисунку 1.8.

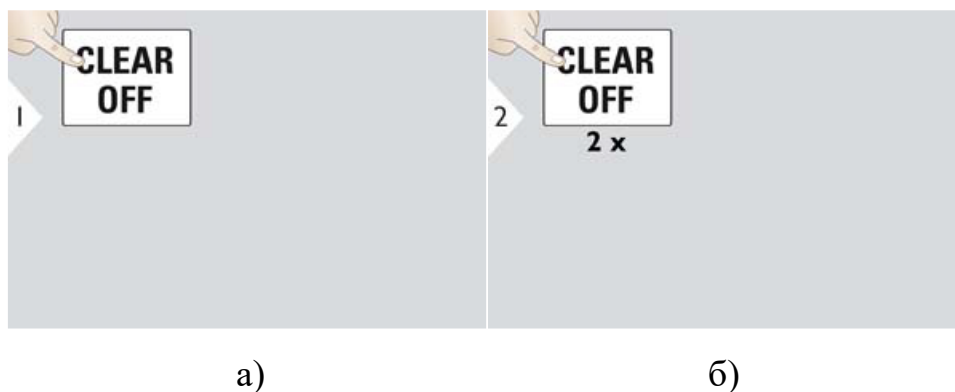


Рисунок 1.8 – Функції кнопки скасування:

а – скасування останньої дії; б – покинути поточну функцію, перейти до основного режиму роботи

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Призначення функціональних клавiш приладу.
4. Особливості налаштування приладу Leica DISTO D2.

Контрольні запитання

1. Яке призначення та можливості лазерного далекоміра?
2. Якими технічними параметрами характеризується лазерний далекомір?
3. Які прийоми натискання застосовують під час роботи з функціональними клавiшами приладу?
4. Охарактеризуйте основні можливості налаштування приладу Leica DISTO D2.
5. Поясніть, як встановити точку відліку вимірів. Для чого потрібна ця функція?
6. Для якої функції призначена багатофункціональна позиційна скоба?
7. Чим зумовлена необхідність вимірювання від тильної сторони приладу та від внутрішніх кутів? Як відрізняються ці вимірювання?
8. Які одиниці вимірювань застосовуються у лазерному далекомірі Leica DISTO D2?
9. Як у приладі Leica DISTO D2 налаштовується одиниця вимірювання?
10. Яке призначення звукового сигналу? Як ввімкнути та вимкнути звуковий сигнал?

Лабораторна робота № 2

Вимірювання відстаней за допомогою лазерного далекоміра (2 години)

Мета роботи: оволодіння технікою роботи з лазерним далекоміром в режимі однократного вимірювання відстані та в режимі безперервних вимірів.

Прилади та обладнання: лазерний далекомір Leica DISTO D2, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Порядок виконання роботи

1. Робота з лазерним далекоміром в режимі однократного вимірювання відстані.

Режим однократного вимірювання відстаней вмикається за умовчанням під час вмикання лазерного далекоміра. При чому за умовчанням як точка відліку встановлена тильна сторона приладу.

Для виконання вимірювання потрібно:

- встановити прилад у потрібне положення;
- навести активований лазер на ціль та однократно натиснути клавішу 2.

Похибки вимірів можуть виникнути у випадку виконання вимірів відстаней до таких поверхонь, як безбарвні рідини, скло, пінопласт, проникні поверхні або під час наведення на дуже блискучі поверхні. Під час наведення на темні поверхні час вимірювання збільшується.

Кожний вимір необхідно виконати три рази. Отримані результати вимірів підлягають математичній обробці за правилом опрацювання рівноточних вимірів наступним чином:

- розрахувати середнє значення кожної виміряної відстані за формулою:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} \quad (2.1)$$

де l_i – результат i -го вимірювання;

n – кількість вимірів.

– розрахувати значення середньоквадратичної похибки за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{(l_i - \bar{l})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

– розрахувати середнє квадратичне відхилення середнього значення відстані за формулою:

$$\mu = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (2.3)$$

– записати результат математичної обробки результатів вимірів відстаней у наступному вигляді:

$$l = \bar{l} \pm \mu. \quad (2.4)$$

Кількість вимірюваних відстаней задає викладач. Для запису результатів вимірювань та обчислень скласти відповідну таблицю.

2. Робота з лазерним далекоміром в режимі безперервних вимірів.

Режим безперервних вимірів дозволяє виміряти мінімальну та максимальну відстані між двома об'єктами. Цю функцію застосовують для вимірювання діагоналей (максимальні значення) або горизонтальних відстаней до вертикальної поверхні (мінімальне значення). Виміряна мінімальна і максимальна відстані відображуються на дисплеї (мін, макс). Остання виміряна відстань відображується у підсумковому рядку дисплея.

Вмикання режиму безперервних вимірів здійснюється затисненням клавіші 2 на дві секунди. Правила вимірювання у цьому режимі ілюструє рисунок 2.1.

Для вимикання режиму безперервних вимірів потрібно однократно

натиснути клавішу 2.

Кількість вимірюваних відстаней задає викладач. Для запису результатів вимірювань та обчислень скласти відповідну таблицю. Визначити характеристики точності виконаних вимірів.

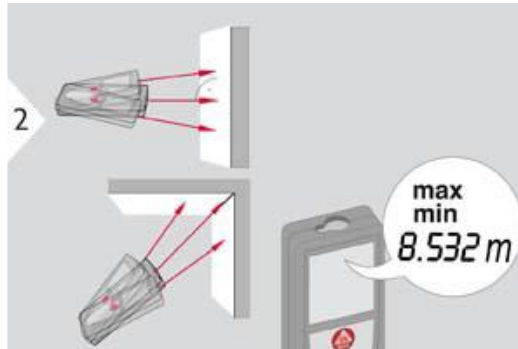


Рисунок 2.1 – Вимірювання мінімальної та максимальної відстані у режимі безперервних вимірів

Після математичної обробки результатів вимірів відстаней на аркуші формату А4 необхідно виконати абрис геодезичної лабораторії, де виконується лабораторна робота. На підставі вимірних параметрів геодезичної лабораторії з подальшою математичною обробкою результатів вимірів побудувати план геодезичної лабораторії у заданому масштабі та вказати отримані в результаті математичної обробки розміри.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та досліджуваних режимів роботи приладу Leica DISTO D2.
3. Особливості позиціонування та наведення приладу у режимі однократного вимірювання відстаней.
4. Особливості математичної обробки результатів вимірювань у режимі

однократного вимірювання відстаней.

5. Особливості позиціонування та наведення приладу у режимі безперервних вимірів.

6. Особливості математичної обробки результатів вимірювань у режимі безперервних вимірів відстаней.

7. Таблиця з результатами вимірів відстаней та їх математичної обробки.

8. План виміряної геодезичної лабораторії у заданому масштабі.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте відмінності досліджуваних режимів однократного вимірювання та безперервних вимірів відстаней.

2. Як ввімкнути режим однократного вимірювання відстаней?

3. Як у режимі однократного вимірювання відстаней встановлюється точка відліку?

4. Як у режимі однократного вимірювання відстаней подається команда на здійснення виміру?

5. Чому вимір кожної відстані необхідно виконати не менше за три рази?

6. Які власно мінімальні та максимальні відстані дозволяє виміряти режим безперервних вимірів?

7. Як здійснюється вмикання режиму безперервних вимірів?

8. Де отримати результати вимірів мінімальної та максимальної відстаней?

9. Як вимкнути режим безперервних вимірів?

10. Яке призначення абрису геодезичної лабораторії? Яку він містить інформацію?

11. Як відрізняється план виміряної геодезичної лабораторії від її абрису?

Лабораторна робота № 3

Використання функцій лазерного далекоміра LEICA DISTO D2 (4 години)

Мета лабораторної роботи: навчитися використанню функцій лазерного далекоміра Leica DISTO D2.

Обладнання: лазерний далекомір Leica DISTO D2, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення функції вимірювання площини та периметра приміщення лазерного далекоміра Leica DISTO D2.

Для вимірювання площини геодезичної аудиторії потрібно увімкнути режим вимірювання площини. Перемикання режимів вимірів лазерного далекоміра Leica DISTO D2 здійснюється шляхом натискання клавіші 4 (FUNC). Однократне натискання клавіші 4 вмикає режим вимірювання площини. Для отримання значення площини необхідно отримати два виміри – ширину та довжину приміщення. Процес вимірювання ілюструє рисунок 3.1.

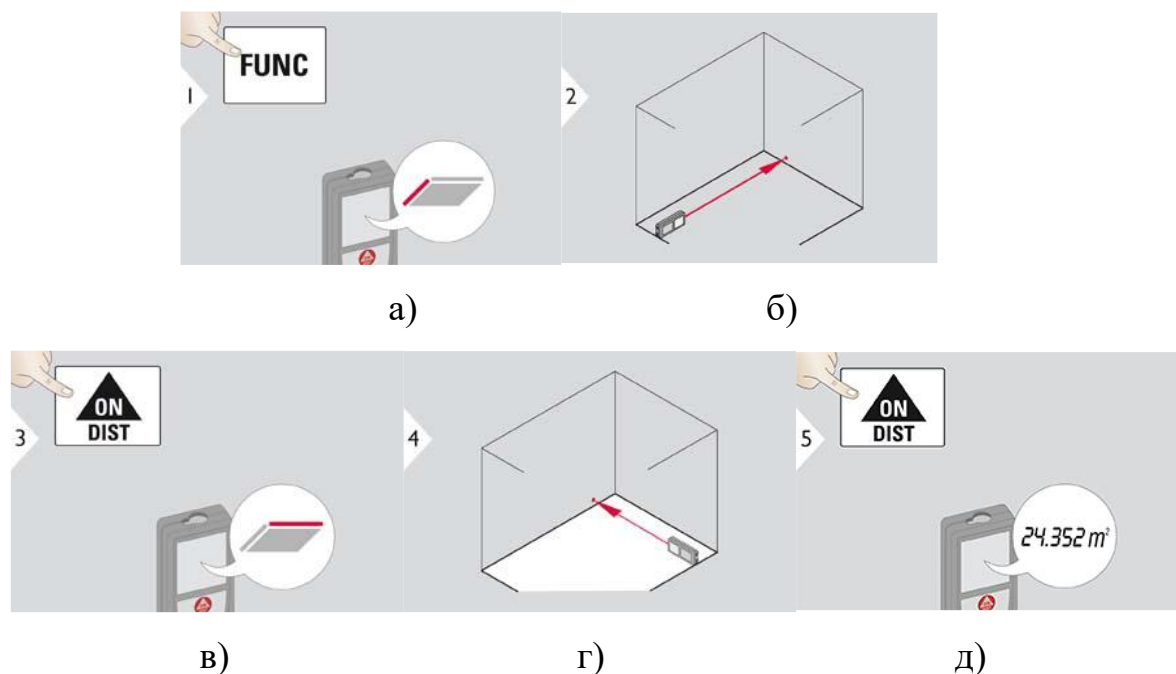


Рисунок 3.1 – Вимірювання площини:

а – вмикання режиму вимірювання площини; б – наведення на першу точку; в – вимірювання першого розміру; г – наведення на другу точку; д – вимірювання другого розміру

Спершу потрібно направити лазерний промінь на першу задану точку та виміряти ширину вимірюваної площини, потім направити лазерний промінь на другу задану точку та виміряти довжину вимірюваної площини.

Для виконання вимірювання площини, наприклад, стіни без врахування дверного або віконного отвору та отримання загальної площини стіни, необхідно натиснути клавішу «←» та виміряти площу дверного або віконного отвору, відповідно.

Для визначення сумарної площини кількох поверхонь після вимірювання кожної поверхні потрібно натиснути кнопку «+», а потім виконати вимір площини наступної поверхні. Результат вимірювання відображується у підсумковому рядку екрана лазерного далекоміра, а виміряні значення у попередніх рядках.

Окрім значення площини, лазерний далекомір також розраховує периметр приміщення. Для отримання значення периметру потрібно затиснути клавішу 4 (FUNC) на дві секунди. Обчислення периметру в режимі вимірювання площини ілюструє рисунок 3.2.

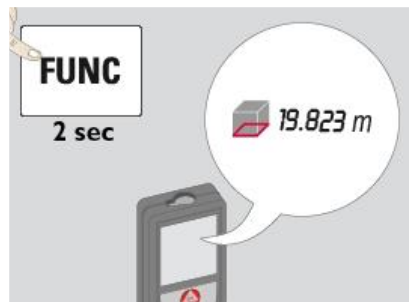


Рисунок 3.2 – Обчислення периметру в режимі вимірювання площини

2. Скласти абрис геодезичної лабораторії.

3. Виконати вимірювання площини стін геодезичної лабораторії без врахування дверних та віконних отворів.

4. Виконати вимірювання об'єму приміщення геодезичної лабораторії.

Режим вимірювання об'єму вмикається двократним натисканням клавіши 4 (FUNC). Для обчислення об'єму необхідно виконати виміри трьох розмірів. Процес вимірювання об'єму ілюструє рисунок 3.3.

Направити лазер на першу задану точку та виміряти ширину вимірюваного приміщення, потім направити лазер на другу задану точку та виміряти довжину вимірюваного приміщення, далі направити лазер на третю точку та виконати вимір висоти вимірюваного приміщення.

Якщо потрібно отримати сумарне значення об'єму кількох приміщень або відняти з основного об'єму об'єм частини приміщення, отримавши загальний об'єм приміщення, необхідно натиснути клавішу «←» або «+», а потім виконати вимір об'єму наступного приміщення або його частини. Результат вимірювання відображується в підсумковому рядку екрана лазерного далекоміра, а вимірні значення у попередніх рядках дисплея.

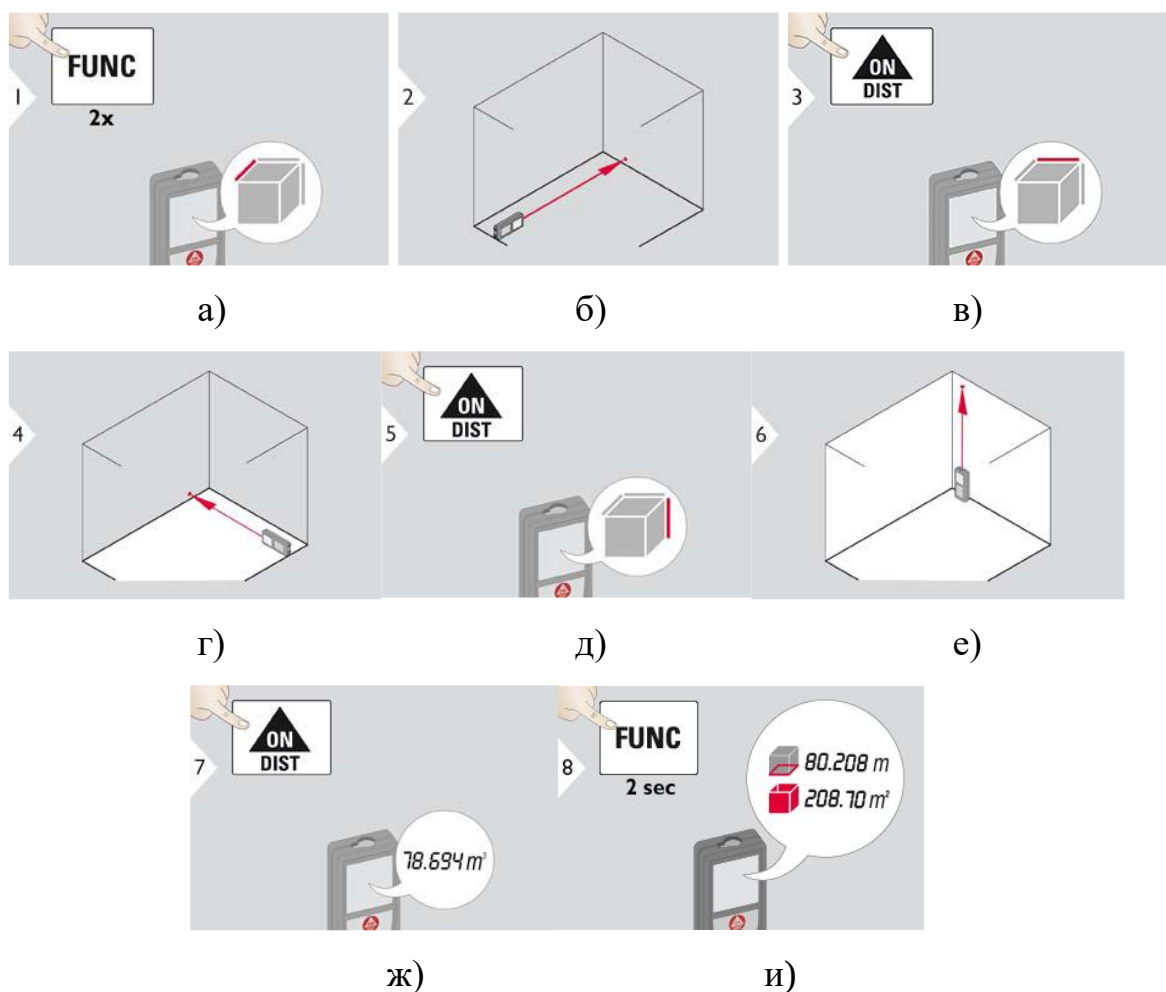


Рисунок 3.3 – Вимірювання об'єму:

- а – вмикання режиму вимірювання об'єму; б – наведення на першу точку;
- в – вимірювання першого розміру; г – наведення на другу точку;
- д – вимірювання другого розміру; е – наведення на третю точку;
- ж – вимірювання третього розміру; и – відображення периметру приміщення та площини стін

Окрім значення об'єму, лазерний далекомір також розраховує периметр приміщення та сумарну площину стін. Для отримання значення периметру і площини стін необхідно затиснути кнопку 4 (FUNC) на дві секунди. Цей процес наведений на рисунку 3.3, ж.

5. Виконати вимірювання недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за двома точками.

Для розв'язання задачі вимірювання недоступних об'єктів лазерний далекомір має режим 2-точкового обчислення непрямих вимірів (за теоремою Піфагора). Цей режим вмикається трикратним натисканням клавіші 4 (FUNC). Для виконання виміру, наприклад, висоти стіни, необхідно зробити два виміри, що показано на рисунку 3.4.

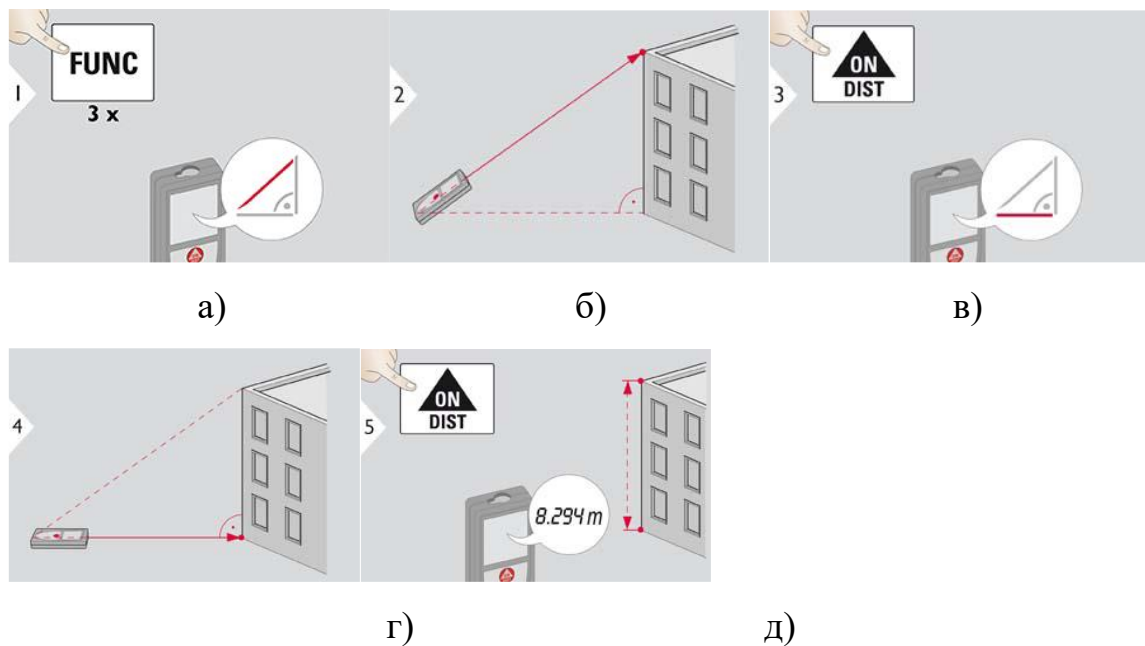


Рисунок 3.4 – Непряме вимірювання за двома точками:

а – вмикання режиму вимірювання за двома точками; б – наведення на першу точку; в – вимірювання першого розміру; г – наведення на другу точку; д – вимірювання другого розміру

Під час першого вимірювання лазер потрібно навести на верхню точку. Таким чином вимірюється діагональ прямокутного трикутника. Під час другого вимірювання лазер потрібно навести на нижню точку. Таким чином вимірюється

горизонтальна відстань від приладу до вимірюваного об'єкта, тобто катет прямокутного трикутника.

Результат вимірів відображується в підсумковому рядку екрана, а виміряна відстань у попередніх рядках дисплея.

Затиснення клавіши вимірювання протягом 2 секунд активує автоматичне виконання вимірів мінімальної та максимальної відстані.

Недоліком розглянутого методу є неможливість його застосування у випадку, коли оператор не може розмістити лазерний далекомір таким чином, щоб виміряти горизонтальне прокладання. В такому випадку потрібно застосувати інший метод вимірювання.

6. Виконати вимірювання недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за трьома точками.

Режим 3-точкового обчислення непрямих вимірів (за теоремою Піфагора) вмикається чотирикратним натисканням клавіши 4 (FUNC). Для виконання виміру, наприклад, висоти стіни, необхідно зробити три вимірювання. Даний процес ілюструє рисунок 3.5.

Під час першого вимірювання лазер наводиться на верхню точку. Таким чином вимірюється діагональ прямокутного трикутника. Під час другого вимірювання лазер наводиться на точку, що розташована перпендикулярно до вимірюваного об'єкту. Таким чином вимірюється горизонтальна відстань від приладу до вимірюваного об'єкту, тобто катет прямокутного трикутника. Під час третього вимірювання лазер наводиться на нижню точку вимірюваного об'єкту. Таким чином вимірюється діагональ другого прямокутного трикутника.

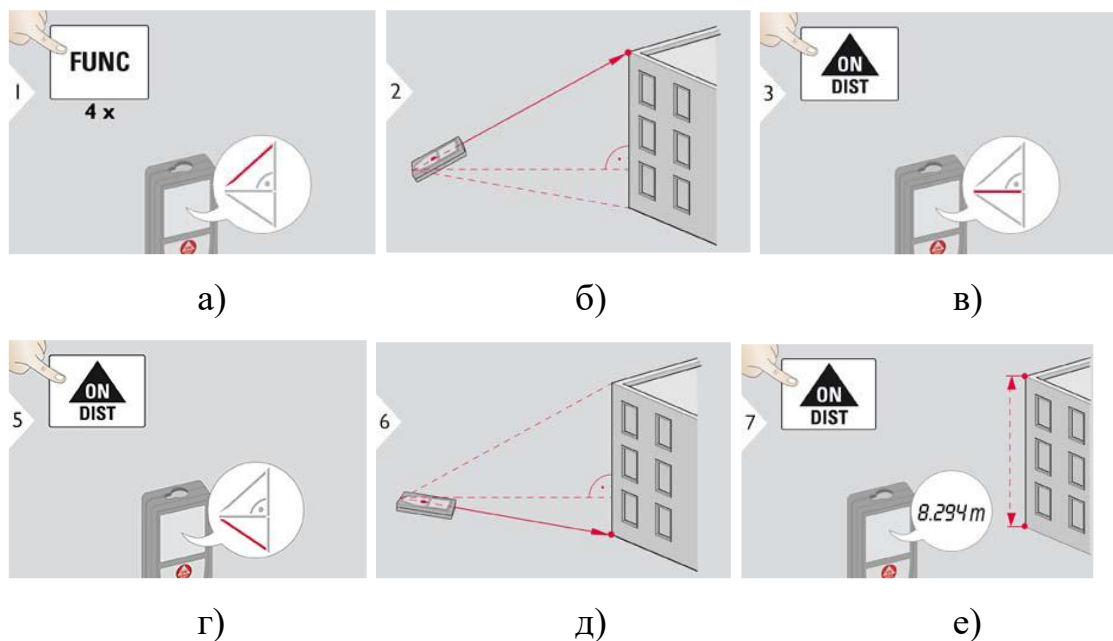


Рисунок 3.5 – Непрямий вимір за трьома точками:

а – вмикання режиму вимірювання за трьома точками; б – наведення на першу точку; в – вимірювання першого розміру; г – вимірювання горизонтального прокладання; д – вимірювання нижньої діагоналі; е – результат вимірювання

Результат вимірів відображується у підсумковому рядку екрана, а виміряна відстань у попередніх рядках. Натискання на клавішу вимірювання протягом 2 секунд активує автоматичне виконання вимірів мінімальної та максимальної відстані.

Кількість вимірюваних відстаней задає викладач. Для запису результатів вимірювань та обчислень скласти відповідну таблицю. Визначити характеристики точності виконаних вимірів.

7. Виконати розмітку розташування обладнання за допомогою режиму розмітки лазерного далекоміра.

Режим розмітки вмикається п'ятикратним натисканням клавіші 4 (FUNC). Для виконання розмітки потрібно встановити необхідне значення відстані до шуканої точки. Порядок дій наведено на рисунку 3.6.

Встановите на приладі необхідну відстань до шуканої точки за допомогою клавіш «+» та «-», потім підтвердить встановлене значення натисканням клавіші

«ON/DIST». Повільно переміщуйте прилад уздовж лінії розмітки. На дисплеї відобразиться відстань до наступної точки розмітки. На рисунку 3.6, в наведений приклад встановлення відстані 0,625 м. На рисунку 3.6, е показання приладу читаються так: 0,24 м. Не дістає до наступної відстані 0,625 м. Під час наближення до точки розмітки на відстань, меншу за 0,1 м, прилад починає подавати звуковий сигнал. Звуковий сигнал можна припинити натисканням кнопки «CLEAR/OFF».

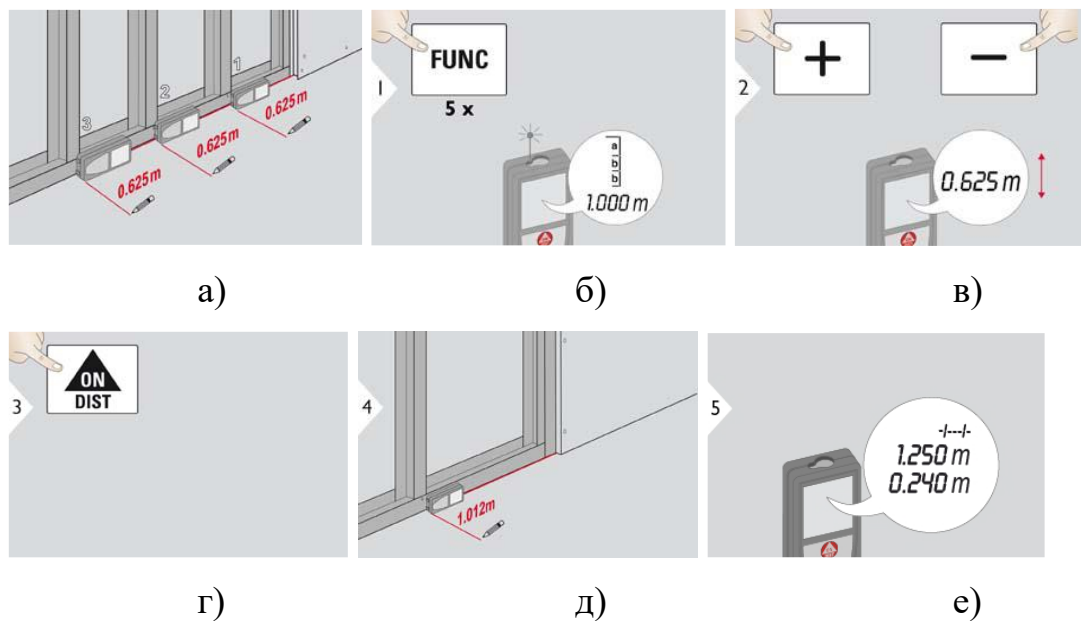


Рисунок 3.6 – Робота лазерного далекоміра в режимі розмітки:

- а – принцип роботи в режимі розмітки; б – вмикання режиму розмітки;
в – встановлення необхідної відстані; г – підтвердження заданої відстані;
д – пошук наступної точки; е – показання приладу в режимі розмітки

Під час складання звіту з лабораторної роботи № 3 після математичної обробки результатів вимірів відстаней на аркуші формату А4 необхідно виконати абрис геодезичної лабораторії, де виконується лабораторна робота. На підставі вимірних параметрів геодезичної лабораторії з подальшою математичною обробкою результатів вимірів побудувати план геодезичної лабораторії у заданому масштабі та вказати отримані в результаті математичної обробки розміри. Також на аркуші формату А4 побудувати план стін із вказівкою дверних та віконних отворів, з нанесенням отриманих розмірів площ та об'ємів.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та досліджуваних режимів роботи приладу Leica DISTO D2.
3. Висновки щодо вивченої функції вимірювання площини та периметру приміщення лазерного далекоміра Leica DISTO D2.
4. Висновки щодо вивченої функції вимірювання об'єму приміщення лазерного далекоміра Leica DISTO D2.
5. Висновки щодо вимірювання недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за двома точками.
6. Висновки щодо вимірювання недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за трьома точками.
6. Розрахунки параметрів точності отриманих результатів вимірювань.
7. Призначення та висновки щодо застосування режиму розмітки.
8. Таблиця з результатами вимірів відстаней та їх математичної обробки.
9. План вимірної геодезичної лабораторії у заданому масштабі.

Контрольні запитання

1. Якої найменшої кількості потребує вимірювання кожної вимірюваної величини? Поясніть вимогу багатократного вимірювання досліджуваних величин.
2. Охарактеризуйте переваги режиму вимірювання площини. Як увімкнути цей режим?
3. Наведіть формули, за якими прилад обчислює вимірювану площу приміщення у режимі вимірювання площини.
4. Наведіть формули, за якими прилад обчислює вимірювану площу стіни без врахування дверного або віконного отвору у режимі вимірювання площини.
5. Наведіть формули, за якими прилад обчислює сумарну площину кількох поверхонь.

6. Як вмикається режим вимірювання об'єму приміщення?
7. Охарактеризуйте переваги режиму вимірювання об'єму.
8. Наведіть формули, за якими прилад обчислює відстані до недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за двома точками.
9. Який недолік методу непрямих вимірювань за двома точками? Як цей недолік можна усунути?
10. Як вмикається режим 2-точкового обчислення непрямих вимірів?
11. Наведіть формули, за якими прилад обчислює відстані до недоступних об'єктів у режимі непрямих вимірювань за трьома точками.
12. Як вмикається режим 3-точкового обчислення непрямих вимірів?
13. Поясніть алгоритм автоматичного виконання вимірів мінімальної та максимальної відстаней.
14. Охарактеризуйте призначення режиму розмітки.
15. Як вмикається режим розмітки?
16. Які вихідні дані потрібні для роботи у режимі розмітки?
17. Яке призначення має звуковий сигнал у режимі розмітки?
18. Як у режимі розмітки задати необхідне значення відстані до шуканої точки?

Лабораторна робота № 4

Призначення, будова та принцип дії електронних теодолітів (4 години)

Мета лабораторної роботи: вивчення принципу роботи та будови електронних теодолітів, їхніх технічних характеристик, функціональних можливостей. Повірка та юстирування приладу.

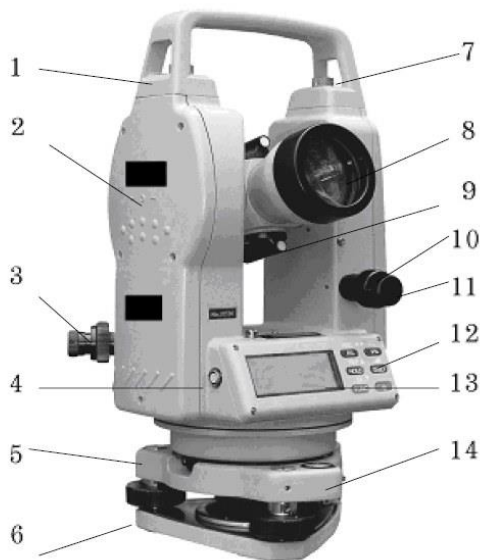
Обладнання: електронний теодоліт DE-2A, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Призначення приладу

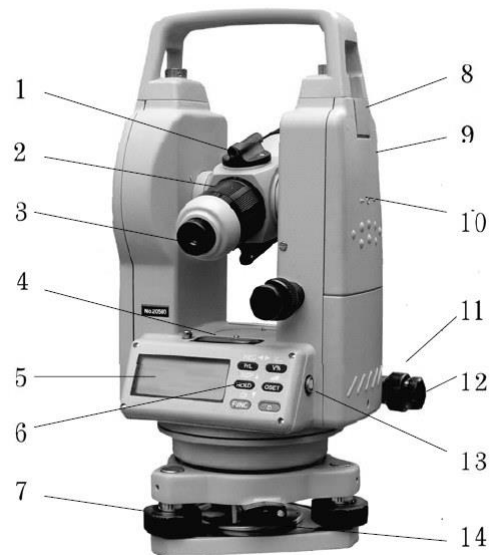
Електронний теодоліт призначений для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів, кутів нахилу, відстаней та цілком автоматизує процес кутових вимірювань. Зручний під час геодезичних та інженерних вишукувань для побудови топографічних планів і карт, побудови мережі геодезичних точок на місцевості, проведення загальнобудівних робіт. Електронні теодоліти оснащені електронними датчиками зняття показань вимірів із наступним виведенням результатів на дисплей. Відзняті дані можуть бути записані у внутрішній запам'ятовуючий пристрій або передані за допомогою інтерфейсу зв'язку на персональний комп'ютер або зовнішній носій.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення із зовнішнім виглядом та будовою електронного теодоліта DE-2A (рис. 4.1). Позначення на рисунку 4.1, а: 1) рукоятка для перенесення; 2) мітка висоти; 3) окуляр оптичного вису; 4) порт під'єднання системи EDM; 5) трегер; 6) підйомний гвинт; 7) гвинт рукоятки; 8) об'єктив; 9) цілик попереднього наведення; 10) затискний гвинт вертикального наведення; 11) гвинт точного вертикального наведення; 12) клавіші управління; 13) дисплей; 14) круглий рівень.



а)



б)

Рисунок 4.1 – Будова електронного теодоліта DE-2A

Позначення на рисунку 4.1, б: 1) цілик попереднього наведення; 2) кільце фокусування; 3) окуляр; 4) циліндричний рівень; 5) дисплей; 6) клавіші управління; 7) підйомний гвинт; 8) важіль блокування акумулятора; 9) акумулятор; 10) мітка висоти; 11) затискний гвинт горизонтального наведення; 12) гвинт точного горизонтального наведення; 13) порт перекачування даних; 14) важіль блокування.

2. Ознайомлення з панеллю управління та функціями електронного теодоліта DE-2A (рис. 4.2).

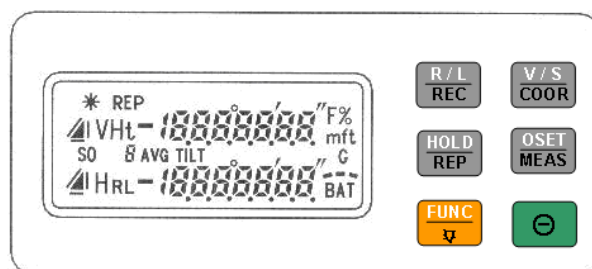


Рисунок 4.2 – Вигляд панелі управління електронного теодоліта DE-2A

У таблиці 4.1 наведені функції операційних клавiш.

Таблиця 4.1 – Функції операційних клавiш електронного теодоліта DE-2A

Клавiша	Функція 1	Функція 2
	Круг право або круг лiво	Передача вимiрювань у режимi введення даних, змiнювана «миготлива» цифра, курсор перемiщується улiво
	Встановлення горизонтального кута	Режим повторюваних вимiрiв у режимi введення даних, змiнювана «миготлива» цифра, курсор перемiщується улiво
	Вибiр iншої функцiї	Вмикає освiтлення дисплею та сiтки ниток труби
	Перетворення вертикального кута на кут нахилу у вiдсотковiй мiрi	Режим визначення координат; у режимi введення, змiнювана цифра рухається справа налiво
	Встановлення нуля горизонтального кута	Режим вимiрювання вiдстанi
	Вмикання / Вимикання живлення	

Розташування дисплейних символiв та iхнiй змiст наведенi на рисунку 4.3 та у таблицi 4.2.

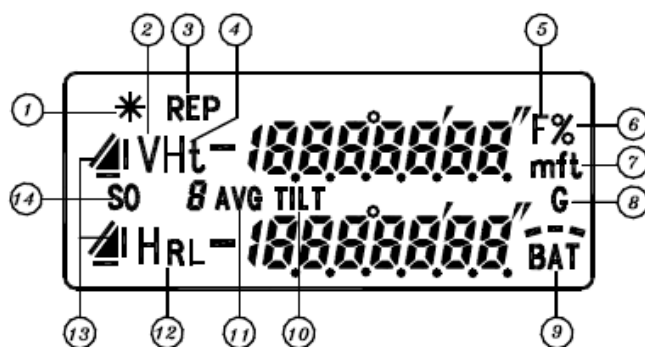


Рисунок 4.3 – Розташування дисплейних символiв електронного теодоліта DE-2A

Таблиця 4.2 – Зміст дисплейних символів електронного теодоліта DE-2A

Символи		Визначення	Символи		Визначення
1	*	Працює далекомір	11	AVG	Усереднення
2	V	Вертикальний кут	12	HRL	Режим вимірювання горизонтального кута
3	REP	Повторювані вимірювання горизонтального кута		HR	Режим вимірювання горизонтального кута КП
4	Ht	Накопичені значення для режиму повторень		HL	Режим вимірювання горизонтального кута КЛ
5	F	Вибір другої функції		H	Середнє у режимі повторень
6	%	Вимір ухилу для вертикального кута	13		Горизонтальна відстань
7	mft	Одиниці вимірювання відстані			Нахилена відстань
	m	метри			Висота
	ft	фути			Північ (N) координата (X)
8	G	Вимірювання кутів у гонах			Схід (E) координати Y
9	BAT	Рівень зарядженості батареї			Висота (Z) координата
10	TILT	Ввімкнутий режим компенсації нахилу	14	SO	Розбивка

3. Повірка та юстирування електронного теодоліта DE-2A

Перед юстируванням потрібно виконати такі дії:

- перед кожним наведенням зорової труби відрегулюйте окуляр, щоб виключити паралакс;
- здійснювати юстирування потрібно у певній послідовності, оскільки деякі регулювання залежні одна від одної, та невизначена послідовність регулювання може розрегулювати інші налаштування;
- наприкінці регулювання затягніть усі юстирувальні гвинти (не затягуйте гвинти більше ніж це необхідно, у протилежному випадку можна зірвати різьбу або деформувати деталі);
- наприкінці регулювання закріплювальні гвинти також мають бути надійно затягнуті;
- для гарантії правильного регулювання необхідно виконати перевірку ще раз.

Повірка та юстирування циліндричного рівня. Якщо вісь циліндричного рівня не перпендикулярна вертикальній осі приладу, потрібно виконати юстирування рівня:

- для попередньої перевірки встановіть циліндричний рівень паралельно двом підйомним гвинтам. Обертаючи ці гвинти у різні сторони, виведіть пухирчик рівня у центр;

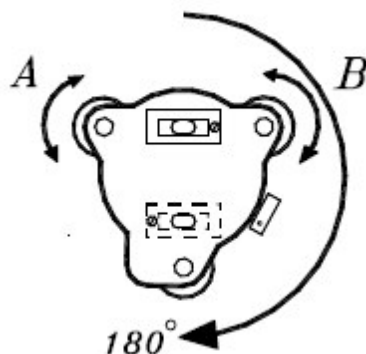


Рисунок 4.4 – Перевірка розташування пухирчику рівня
зсунувся до центра на $\frac{1}{2}$ зміщення (рис. 4.5)

- решту половину зміщення виправіть підйомними гвинтами;
- оберніть прилад на 180° та перевірте, чи не зсунувся пухирчик рівня з центру. Якщо зсунувся, повторіть регулювання.

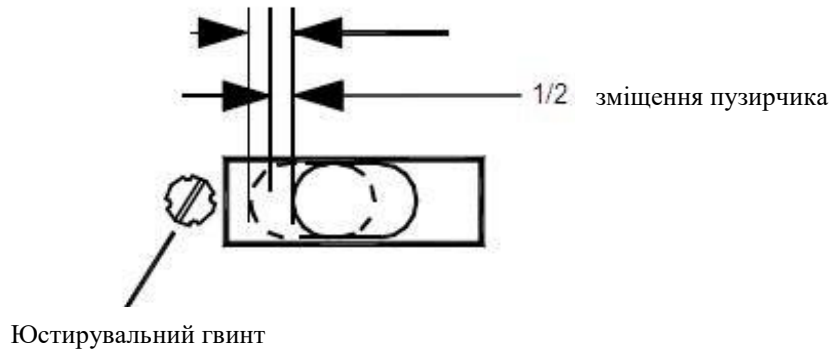


Рисунок 4.5 – Зміщення пухирчика до центра на $\frac{1}{2}$

Перевірка та юстирування круглого рівня. Для перевірки ретельно віднівелюйте прилад за допомогою циліндричного рівня. Якщо при цьому пухирчик круглого рівня знаходиться у центрі, то юстирування не потрібне. У протилежному випадку потрібно виконати регулювання круглого рівня:

- для юстирування потрібно зсунути пухирчик круглого рівня до центра за допомогою трьох юстирувальних гвинтів та юстирувальної шпильки (рис 4.6);

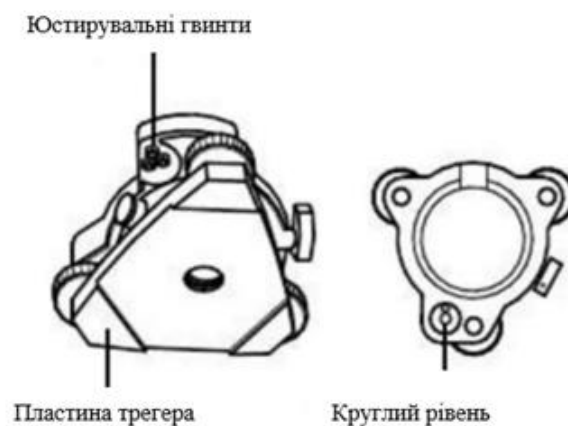


Рисунок 4.6 – Юстирувальні гвинти

Перевірка та юстирування сітки ниток. Якщо вертикальна нитка сітки ниток зорової труби не перпендикулярна горизонтальній осі приладу, то необхідне регулювання сітки ниток, оскільки неможливо наводитися будь-якою точкою вертикальної нитки на ціль під час вимірювання кутів. Для перевірки та юстирування сітки ниток потрібно:

- встановити прилад на штатив і ретельно віднівелювати його;
- навести сітку ниток на чітко видиму точку *A* на відстані не менше 50 м;
- далі, піднімаючи або опускаючи зорову трубу, простежте відхилення точки від вертикальної нитки;

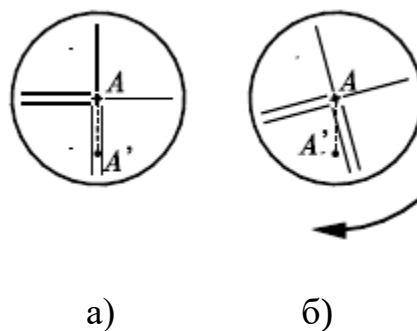


Рисунок 4.7 – Перевірка сітки ниток

– якщо точка не відхилюється від вертикальної нитки, вертикальна нитка сітки ниток перпендикулярна горизонтальній осі приладу (рис. 4.7, а), юстирування не потрібне;

– якщо точка *A* відхиляється від вертикальної нитки (рис. 4.7, б), то необхідне юстирування сітки ниток;

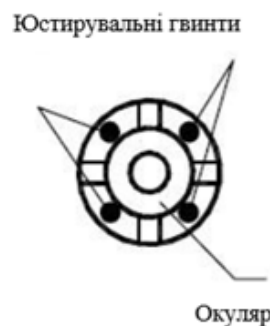


Рисунок 4.8 – Юстирувальні гвинти окуляра

– для виконання юстирування відверніть кришку виправних гвинтів сітки ниток, повернувши її проти годинникової стрілки (рис. 4.8);

– відпустіть юстирувальні гвинти і, обертаючи окуляр, сумістить точку А із вертикальною ниткою. Затягніть юстирувальні гвинти;

– повторить перевірку ще раз, щоб переконатися, що точка не відхиляється від вертикальної нитки.

Колімація приладу. Нормальна колімація буде, коли зорова вісь труби перпендикулярна до горизонтальної осі приладу. У протилежному випадку буде неможливо проводити виміри. Для попередньої перевірки:

– встановіть прилад між точками А і В на відстані приблизно 50–60 м;

– ретельно віднівелюйте прилад за допомогою циліндричного рівня;

– наведіть зорову трубу на точку А;

– відпустіть вертикальний закріплювальний гвинт і поверніть зорову трубу навколо горизонтальної осі на кут 180° так, щоб труба була повернутою у протилежному напрямку;

– відзначте точку В на рівній відстані із точкою А;

– відпустіть горизонтальний закріплювальний гвинт і поверніть зорову трубу щодо вертикальної осі на кут 180° . Надведіться на точку А ще раз і затягніть горизонтальний закріплювальний гвинт;

– відпустіть вертикальний закріплювальний гвинт і поверніть зорову трубу щодо горизонтальної осі на кут 180° , відзначте точку С (рис. 4.9);

– якщо точки В і С не співпадають, необхідно провести юстирування;

– для юстирування потрібно відкрутити кришку виправних гвинтів сітки ниток;

– визначити точку D між точками В і С, так щоб відстань CD була рівною $\frac{1}{4}$ відстані ВС;

– змістити вертикальну нитку сітки ниток у точку D, застосовуючи юстирувальні гвинти сітки ниток (рис. 4.10). Після завершення перевірте ще раз колімацію, як описано вище. Якщо точки В і С співпадають, то юстирування на цьому закінчено. У протилежному випадку повторить процедуру юстирування.

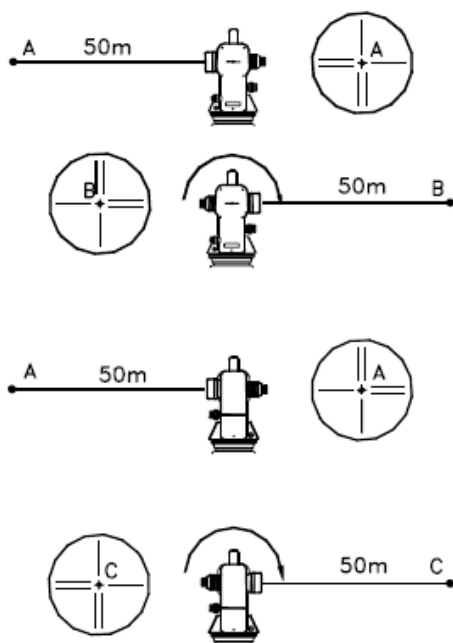
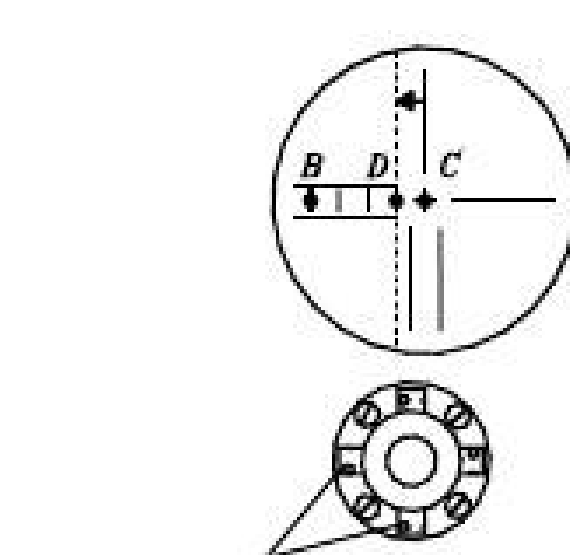


Рисунок 4.9 – Попередня перевірка
нормальної колімації



Юстирувальні гвинти

Рисунок 4.10 – Юстирувальні гвинти
сітки ниток

Для переміщення вертикальної нитки спочатку послабте юстирувальний гвинт з одного боку, а потім затягніть юстирувальний гвинт на іншому боці. Щоб послабити гвинти, повертайте їх проти годинникової стрілки, а для того щоб затягнути, їх необхідно повертати за годинниковою стрілкою. Не відкручуйте сильно юстирувальні гвинти.

Перевірка і юстирування оптичного центрира. Юстирування оптичного центрира виконується для того, щоб сумістити оптичну вісь центрира з вертикальною віссю приладу. Інакше, вертикальна вісь не буде знаходитись у вертикальному положенні, коли прилад оптично встановлений вертикально. Для попередньої перевірки:

- наведіть сітку ниток оптичного центрира на чітко видиму точку на земній поверхні;
- поверніть прилад на 180° коло вертикальної осі та подивиться у оптичний центрир. Якщо точка знаходиться у центрі сітки ниток, то юстирування не потрібна. У протилежному випадку необхідне юстирування оптичного центрира;

– для юстирування відкрутить кришку виправних гвинтів сітки ниток оптичного центрира. Під нею знаходяться чотири виправних гвинти. За допомогою юстирувальної шпильки з комплекту приналежностей, повертаючи виправні гвинти, змістять центр сітки ниток у бік точки на земній поверхні на $\frac{1}{2}$ відстані зміщення (рис. 4.11);

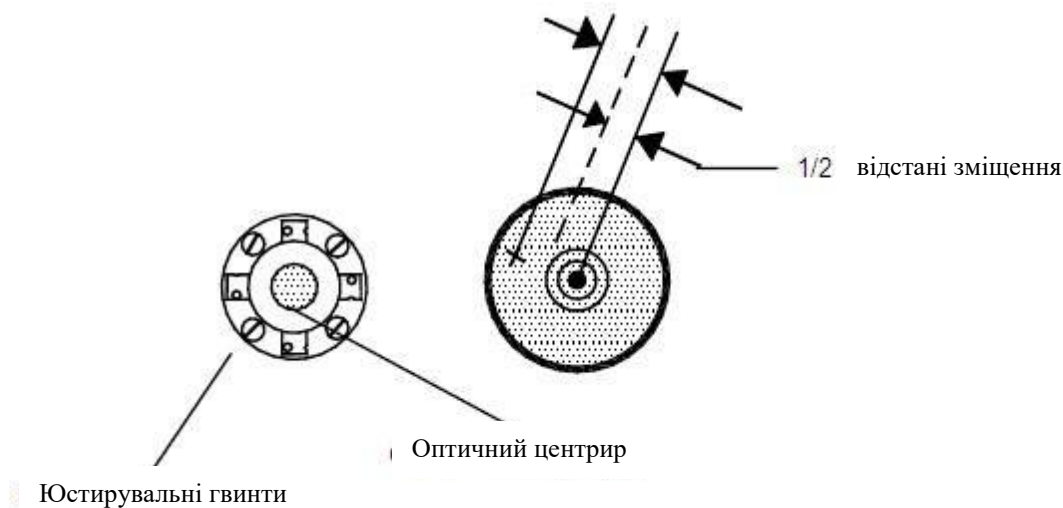


Рисунок 4.11 – Зміщення центра сітки ниток у бік точки на земній поверхні на $\frac{1}{2}$ відстані зміщення

– далі, застосовуючи підйомні гвинти, виведіть центр сітки ниток на точку;
– поверніть прилад на 180° щодо вертикальної осі ще раз. Подивитися у оптичний центрир. Якщо точка знаходиться у центрі сітки ниток, то юстирування виконано. У протилежному випадку потрібна повторне юстирування.

Щоб перемістити центральну марку, спочатку послабте юстирувальний гвинт з одного боку, а потім затягніть юстирувальний гвинт на іншому боці. Щоб послабити гвинти, повертайте їх проти годинникової стрілки, а для щоб затягнути, необхідно обертати їх за годинниковою стрілкою. Не відкручуйте сильно юстирувальні гвинти.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Функції операційних клавіш електронного теодоліта DE-2A.
4. Призначення та характеристика дисплейних символів електронного теодоліта DE-2A.
5. Призначення та особливості налаштування електронного теодоліта DE-2A.

Контрольні запитання

1. Яке призначення та можливості електронного теодоліта DE-2A?
2. Якими технічними параметрами характеризується електронний теодоліт?
3. Яке призначення операцій юстирування?
4. Охарактеризуйте основні можливості налаштування електронного теодоліта DE-2A.
5. Які одиниці вимірювань застосовуються у електронному теодоліті?
6. Як у електронному теодоліті встановлюється одиниця вимірювання?
7. Охарактеризуйте особливості та призначення юстирування циліндричного рівня.
8. Охарактеризуйте особливості та призначення юстирування круглого рівня.
9. Охарактеризуйте особливості та призначення юстирування сітки ниток.
10. Які особливості та призначення попередньої перевірки нормальної колімації?
11. Які особливості та призначення перевірки і юстирування оптичного центрира?

Лабораторна робота № 5

Вимірювання за допомогою електронних теодолітів (4 години)

Мета лабораторної роботи: вивчення прийомів вимірювання горизонтального та вертикального кутів, застосування методу утримання відліку, вимірювання кутів нахилу та методу багаторазового вимірювання горизонтального кута, корекції місця нуля вертикального кута та вимірювання відстаней по сітці ниток.

Обладнання: електронний теодоліт DE-2A, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, нівелірна рейка.

Порядок виконання роботи

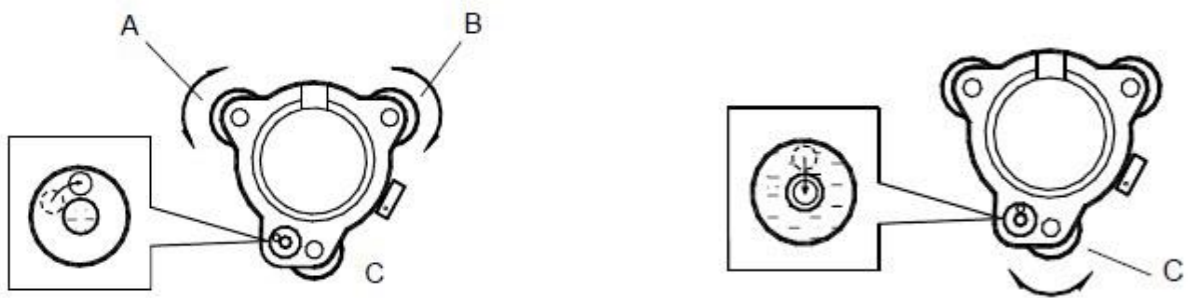
1. Підготовка приладу до вимірювань.

Перед проведенням вимірів потрібно точно відцентрувати і віднівелювати прилад. Прилад встановлюють на штатив, що має становий гвинт із різьбою 5/8"x11. Для центрування та нівелювання приладу виконайте:

- встановіть штатив у необхідне положення, відрегулюйте його ніжки на потрібну висоту й затягніть закріплювальні гвинти;
- закріпіть прилад на головці штативу, послабте становий гвинт та, переміщуючи повільно прилад, сумістіть нитковий висок з точкою на землі, потім затягніть становий гвинт.

Грубе нівелювання за допомогою круглого рівня:

- застосовуючи підйомні гвинти А і В (рис. 5.1, а, б), переміщуйте пухирчик круглого рівня на лінію, що проходить перпендикулярно до лінії цих підйомних гвинтів;
- повертаючи підйомний гвинт С, перемістите пухирчик круглого рівня на середину.



а)

б)

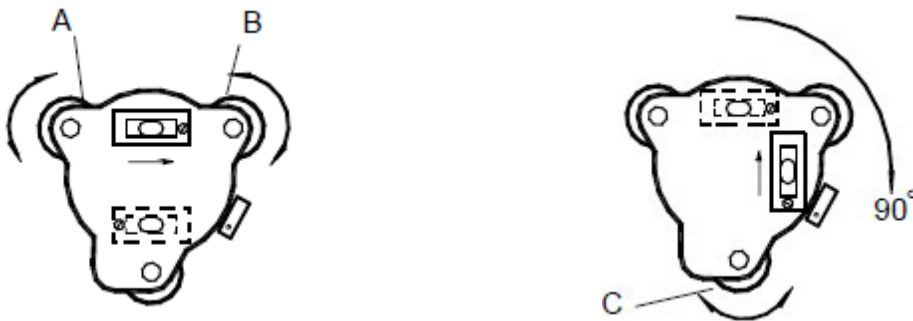
Рисунок 5.1 – Грубе нівелювання за допомогою круглого рівня

Точне нівелювання за допомогою циліндричного рівня:

– послабте закріплювальний гвинт горизонтального наведення та поверніть прилад у таке положення, щоб циліндричний рівень був паралельним до двох підйомних гвинтів А і В;

– обертаючи підйомні гвинти, виведіть пухирчик циліндричного рівня на середину (рис. 5.2);

– далі поверніть прилад на 90° (100 гон) та за допомогою підйомного гвинта С, виведіть пухирчик циліндричного рівня на середину (рис. 5.2, а, б).



а)

б)

Рисунок 5.2 – Точне нівелювання за допомогою циліндричного рівня

– повторюйте попередні кроки, доки пухирчик циліндричного рівня розташується у центрі у чотирьох позиціях.

Центрування приладу за допомогою оптичного вису:

- відрегулюйте окуляр оптичного вису для свого зору;
- послабте становий гвинт і, обережно переміщуючи прилад, сумістить марку на землі із центром сітки ниток оптичного вису (рис. 5.3);

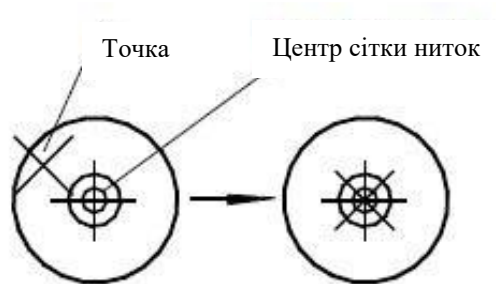


Рисунок 5.3 – Центрування приладу за допомогою оптичного вису

- затягніть становий гвинт. Для зменшення зсуву пухиркового рівня прилад потрібно переміщувати за можливістю горизонтально та не обертати його на головці штативу.

2. Вмикання приладу та початок вимірювань:

- увімкніть живлення, у результаті протягом 2 секунд на дисплеї висвітляться усі символи, після чого необхідно нахилити трубу у обидва боки для встановлення чіткого індексу вертикального круга (рис. 5.4);

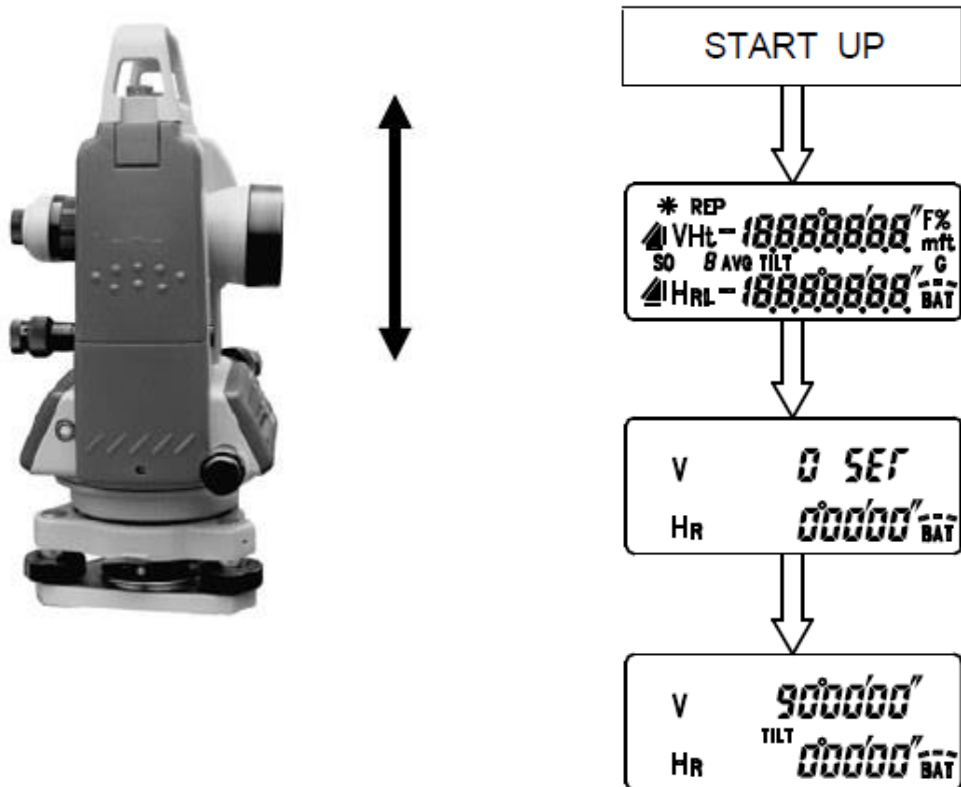


Рисунок 5.4 – Індикація на дисплеї кутових відліків

- у результаті прилад покаже на дисплеї кутові відліки;
- переконайтесь, що рівень заряду батареї достатній, або замініть батарею;
- для встановлення вертикального кута у 0° електронний нульовий відлік встановлений на шкалі вертикального кута;
- під час обертання зорової труби, сенсор знаходить нульовий відлік та починає вимірювати вертикальний кут;
- нульовий відлік розташований у горизонтальному положенні зорової труби, що спрощує встановлення вертикального кута у нульове положення під час обертання труби.

3. Вимірювання кутів.

Вимірювання горизонтального та вертикального кутів:

- перед наведенням зорової труби на першу ціль А наведіть зорову трубу на небо та, обертаючи фокусувальне кільце окуляра, добийтесь чіткої видимості сітки ниток (спочатку обертайте кільце за годинниковою стрілкою, а потім повільно назад);

– грубо наведіться на ціль за допомогою коліматорного візиру, при цьому необхідно, щоб між Вами та коліматорним візиром була певна відстань (рис. 5.5);



Рисунок 5.5 – Налаштування приладу перед наведенням на ціль А

- застосовуючи фокусувальне кільце зорової труби, сфокусуйтеся на ціль;
- якщо спостерігається паралакс між сіткою ниток та ціллю при переміщенні горизонтально або вертикально, то зорова труба або сітка ниток сфокусовані неправильно, що впливає на точність наведення та виміру;
- для виключення паралаксу ретельно оберніть кільце фокусування сітки ниток, щоб сітка ниток була чіткою та ясною;
- наведіть зорову трубу на першу ціль А (рис. 5.6, а) та натисніть клавішу **0SET** і встановите відлік $0^{\circ}00'00''$ за горизонтальним кругом на ціль А (рис. 5.6, б);



а)



б)

Рисунок 5.6 – Наведення приладу на ціль А

– обертаючи зорову трубу, наведіться на ціль В, при цьому на дисплеї будуть показані горизонтальний та вертикальний кути (рис. 5.7).

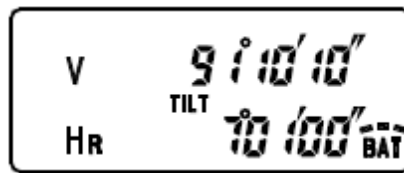
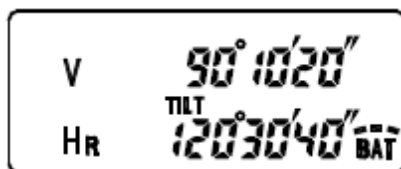


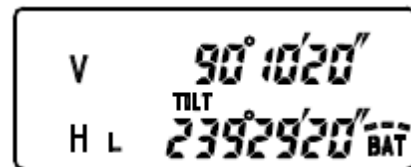
Рисунок 5.7 – Результати виміру

Переключення між режимами вимірювання горизонтального кута HR і HL:

- наведіть зорову трубу на першу ціль А, щоб отримати HR 120°30'40'' (рис. 5.8, а);
- натисніть клавішу **R/L**, виміри перетворюються у HL 239°29'20'' (рис. 5.8, б);



а)



б)

Рисунок 5.8 – Переключення режимів HR і HL

- отже, прилад перейде у режим вимірювання HL;
- кожне натискання клавіши **R/L** змінює режим HR на HL та навпаки.

Встановлення горизонтального кута (метод утримання відліку):

- за допомогою клавіши утримання відліку **HOLD**, встановить відлік за горизонтальним колом;
- обертаючи горизонтальний гвинт, що наводить, встановить відлік за горизонтальним кругом 20°30'45'' (рис. 5.9, а);
- натисніть клавішу **HOLD**, зафіксований відлік мигатиме (рис. 5.9, б), причому у режимі утримання під час мигання відліку натискання будь-якої клавіши дозволить вийти у попередній екран;



а)



б)

Рисунок 5.9 – Процес утримання відліку

– натисніть клавішу **(HOLD)** ще раз, це зафіксує відлік за горизонтальним кругом, він перестане мигати. Отже, відлік за горизонтальним кругом на ціль А становитиме $20^{\circ}30'45''$ (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Результат утримання відліку

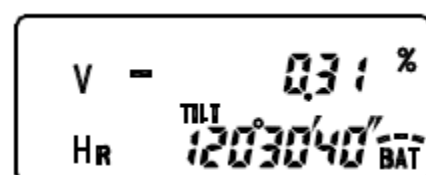
Вимірювання вертикального кута у відсотках (кут нахилу):

– вертикальний кут на дисплеї може відображатися у двох режимах: зенітна відстань або вертикальний кут (рис. 5.11, а);

– натисніть клавішу **(V %)**, режим вертикальних кутів зміниться на режим кута нахилу (рис. 5.11, б);



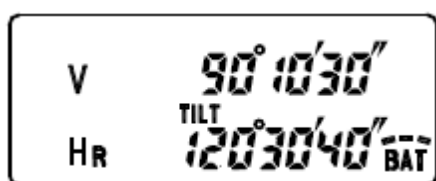
а)



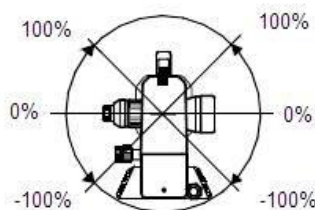
б)

Рисунок 5.11 – Режими відображення вертикального кута

- натисніть клавішу **V %** ще раз, і режим кута нахилу зміниться на режим вертикального кута (рис. 5.12, а);
- отже, кожне натискання клавіші **V %** змінює режим вимірювання між вертикальним кутом та кутом нахилу;
- у режимі кута нахилу, коли кут нахилу дорівнює або перевищує $\pm 100\%$, на дисплеї висвітлюється символ «-----» (рис. 5.12, б).



а)

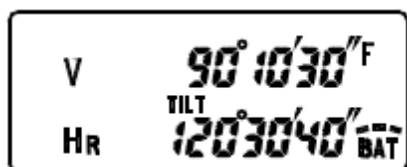


б)

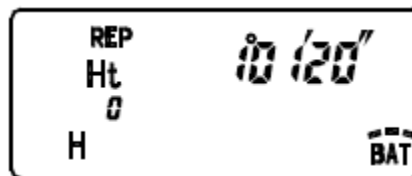
Рисунок 5.12 – Зміна режимів відображення вертикального кута

Багаторазові вимірювання горизонтального кута:

- переконайтесь, що прилад знаходиться у режимі вимірювання кутів;
- натисніть клавішу **FUNC** , на дисплеї у правому верхньому куті з'явиться символ «F», який показує, що включена друга функція (рис. 5.13, а);
- натисніть клавішу **HOLD** (клавіша REP), прилад перейде у режим багаторазових вимірювань (рис. 5.13, б).



а)

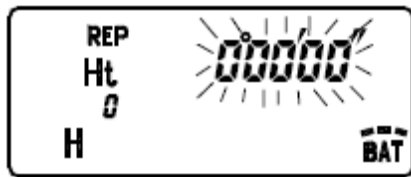


б)

Рисунок 5.13 – Перехід у режим багаторазових вимірювань

- натисніть клавішу **OSET**, кутовий відлік встановиться на 0° , цей відлік зафіксується та буде мигати (рис. 5.14, а);
- повертаючи зорову трубу, наведіть на першу ціль А та закріпіть гвинтом;

– натисніть клавішу **○ OSET ○** ще раз, зафіксоване значення буде відпущене та відлік на ціль А буде встановлений на 0°00'00" (рис. 5.14, б);



а)



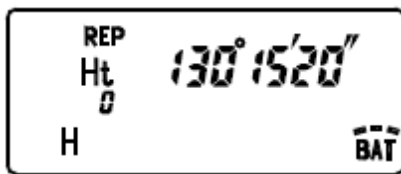
б)

Рисунок 5.14 – Встановлення відліку на ціль А

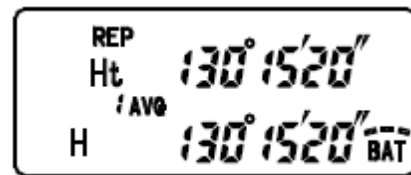
– відкріпіть горизонтальний закріплювальний гвинт та наведіть зорову трубу на ціль В (рис. 5.15, а);

– закріпіть зорову трубу;

– натисніть клавішу **○ HOLD ○**, значення горизонтального кута зафіксується та збережеться (рис. 5.15, б);



а)



б)

Рисунок 5.15 – Наведення приладу на ціль В

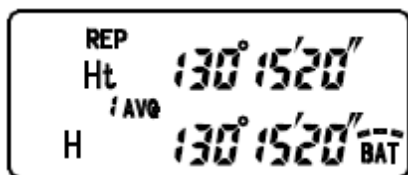
– відкріпіть горизонтальний закріплювальний гвинт та наведіть зорову трубу на ціль А;

– закріпіть зорову трубу;

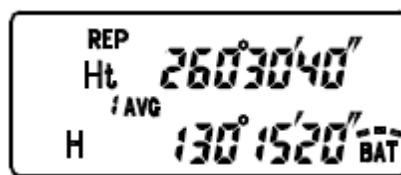
– натисніть клавішу **○ R/L ○**, зафіксоване значення буде відпущене (рис. 5.16, а);

– відкріпіть горизонтальний закріплювальний гвинт та наведіть зорову трубу на ціль В (рис. 5.16, б);

– закріпіть зорову трубу;

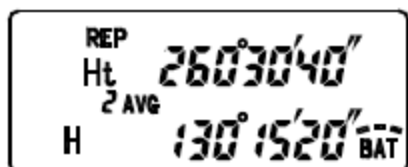


а)



б)

Рисунок 5.16 – Повторне наведення приладу на цілі А і В



а)

Рисунок 5.17 – Відображення результату виміру

– натисніть клавішу **HOLD**, значення горизонтального кута зафіксується та збережеться у приладі;

– у результаті на дисплеї відобразиться подвійне значення кута, а у нижньому рядку буде усереднене значення (рис. 5.17).

– повторіть попередні кроки чотири рази, щоб отримати усереднене значення з чотирьох вимірів (рис. 5.18);

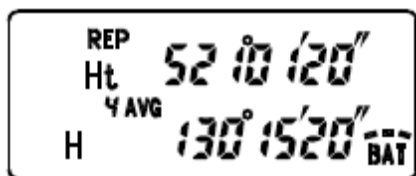


Рисунок 5.18 – Чотириразове повторення вимірів

– натисніть клавіші **FUNC** і **HOLD**, прилад завершить режим багаторазових вимірювань кутів та перейде у звичайний режим.

– у режимі багаторазових вимірювань кількість вимірювань обмежена до 9, проведення 10-го вимірювання видає повідомлення про похибку приладу;

– під час багаторазових вимірювань, якщо похибка вимірювання перевищить $\pm 30''$, прилад видає повідомлення про похибку. У такому разі потрібно натиснути клавішу **0SET** і розпочати виміри заново;

– під час багаторазових вимірювань значення горизонтального кута може накопичуватись до $\pm 1999^{\circ}59'59''$;

– для початку нових багаторазових вимірювань потрібно натиснути клавішу **0SET**, чим встановити кутовий відлік на 0, (рис. 5.14, а).

4. Корекція місця нуля вертикального кута.

Якщо виміряти приладом вертикальний кут у режимі зенітних відстаней на одну і ту саму ціль при КЛ та КП, їхня сума має становити 360° . Якщо ця сума відрізняється від 360° , то половина різниці суми відліків та 360° буде похибкою місця нуля. Нуль шкали визначає відліковий індекс вертикального круга приладу. Тому виконувати корекцію місця нуля необхідно.

Про ведіть процедуру коректування наступним чином:

- переконайтесь, що прилад вимкнений;
- точно віднівелюйте прилад за циліндричним рівнем;
- натисніть одночасно клавішу живлення та клавішу **V %**, прилад перейде у режим корекції місця нуля вертикального круга (рис. 5.19);

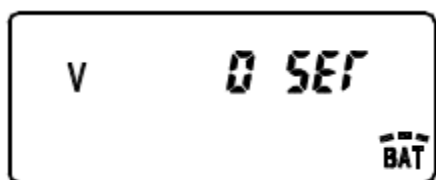


Рисунок 5.19 – Режим корекції місця нуля вертикального круга

– оберніть зорову трубу та ініціалізуйте вертикальний кут;

– при КЛ наведеться на ціль А, у верхньому рядку дисплея з'явиться «Step 1», а у нижньому рядку – поточний вертикальний кут;

– після підтвердження наведення натисніть клавішу **V %**;

– поверніть прилад на 180° та переведіть зорову трубу через зеніт, наведіть знову на ціль А (при КП), у верхньому рядку дисплея з'явиться «Step 2», а у нижньому рядку – поточний вертикальний кут;

– після підтвердження наведення натисніть клавішу **V %**. За отриманими результатами вимірювань буде розрахований коректувальний коефіцієнт, який збережеться у приладі. Корекція місця нуля вертикального кута на цьому закінчена.

5. Вимірювання відстаней по сітці ниток.

Вимірювання відстаней за допомогою сітки ниток у зоровій трубі - ще одно застосування електронного теодоліта. Це простий метод, але для нього потрібна рейка із шкалою, наприклад, нівелірна рейка (рис. 5.20).

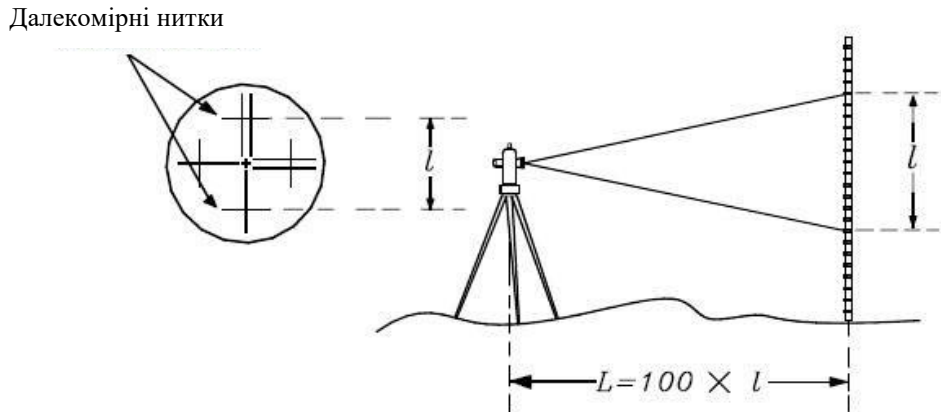


Рисунок 5.20 – Метод вимірювання відстаней за допомогою сітки ниток

Порядок вимірювання відстані такий:

- наведіть зорову трубу на рейку;
- візьміть відліки за верхньою та нижньою далекомірними нитками;
- обчисліть виміряну відстань від приладу до рейки як різницю між відліками, помножену на 100.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Підготовка приладу до вимірювань.
4. Вмикання приладу та початок вимірювань.
5. Вимірювання кутів.
6. Вимірювання кута нахилу.
7. Корекція місця нуля вертикального кута.
8. Вимірювання відстаней по сітці ниток.

Контрольні запитання

1. У чому сутність та яка мета центрування та нівелювання електронного теодоліта?
2. Яка особливість грубого нівелювання електронного теодоліта?
3. Яка особливість точного нівелювання електронного теодоліта?
4. Охарактеризуйте операцію центрування приладу за допомогою оптичного віску.
5. Яка дія призводить до встановлення чіткого індексу вертикального круга у електронному теодоліті при вмиканні приладу?
6. Поясніть, що становить нульовий відлік?
7. Охарактеризуйте послідовність дій під час вимірювання горизонтального кута.
8. Охарактеризуйте послідовність дій під час вимірювання вертикального кута.
9. За яких причин виникає паралакс та як його усунути? У чому полягає це явище?
10. Які режими вимірювання горизонтального кута забезпечує електронний теодоліт? Як переключаються режими вимірювання горизонтального кута?
11. Поясніть, у чому полягає метод утримання відліку горизонтального кута? Як встановити відлік за горизонтальним колом?
12. Що являє собою метод вимірювання вертикального кута у відсотках? Для яких вимірювань він призначений?
13. Поясніть призначення режиму багаторазових вимірювань горизонтального кута. Як увімкнути цей режим?
14. Для чого потрібна корекція місця нуля вертикального кута? Поясніть порядок дій.
15. Поясніть порядок дій для вимірювання відстаней по сітці ниток електронного теодоліта.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ

Лабораторна робота № 6

Робота з цифровим електронним нівеліром (2 години)

Мета роботи: вивчити призначення та будову цифрового електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M, сформувані вміння виконувати підготовку нівеліра до роботи та проводити виміри у різних режимах.

Обладнання: електронний нівелір Leica Geosystems Sprinter 150/150M, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, нівелірна рейка.

Призначення приладу

Призначенням нівелірів є геометричне нівелювання, зміст якого полягає у визначенні різниць висот щодо кількох точок. Залежно від принципу дії розрізняють оптичні, електронні та лазерні нівеліри. Нівеліри забезпечують виконання наступних робіт: вимірювання відстаней, запис вимірів, електронне та оптичне вимірювання перевищень по рейці, оптичне вимірювання перевищень, оптичне вимірювання відстані з використанням показників далекомірної зйомки, обмін даними із зовнішніми пристроями.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення будови приладу, призначення його конструктивних елементів (рис. 6.1) та технічних характеристик (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M

Параметр	Значення
Вимірювання перевищень	Стандартне відхилення на км подвійного ходу (ISO 17123-2): – електронне вимірювання за допомогою алюмінієвої штрихової рейки Sprinter: 1,5 мм (Sprinter 150/150M); – оптичне вимірювання за допомогою стандартної алюмінієвої рейки з електронною / цифровою шкалою: 2,5 мм. Стандартне відхилення для окремого відліку за рейкою: 0,6 мм (електр.) та 1,2 мм (оптич.) з 30 м
Точність вимірювання відстані	10 мм для $D \leq 10$ м. Відстань у м $\times 0,001$ для $D > 10$ м
Діапазон	Діапазон вимірювання відстані для електронних вимірів із стандартною алюмінієвою штриховою рейкою: 2–100 м.
Мінімальна відстань фокусування	50 см
Час окремого вимірювання (електронно)	Зазвичай 3 секунди або менше за нормальних умов денного освітлення; потрібно більше часу для вимірювання при рівномірному тусклому світлі (20 люкс)
Круглий рівень	Чутливість круглого рівня: 10'/2 мм
Компенсатор	Компенсатор із магнітним демпфірованим маятником і електронним контролюванням діапазону: – діапазон для попередження компенсатора (електронно): $\pm 10'$; – діапазон для компенсатора (механічно): $\pm 10'$; – точність налаштування: 0,8" макс. (стандартне відхилення); – чутливість магнітного поля: $< 10''$ (різниця прямої видимості у горизонтальному постійному магнітному полі при напруженості поля до 5 Гаус)

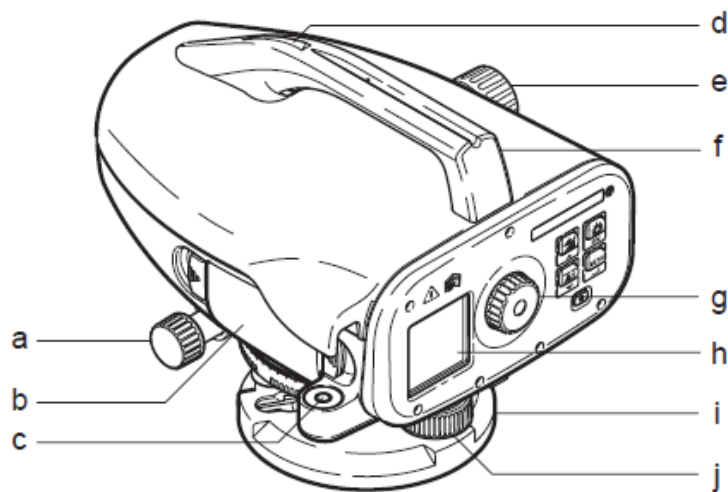


Рисунок 6.1 – Компоненти електронного нівеліра
Leica Geosystems Sprinter 150/150M:

а – гвинт точного переміщення по горизонталі; b – батарейний відсік, що включає телефонний інтерфейс для кабелю USB; c – круглий рівень; d – візир на ручці; e – гвинт фокусування; f – ручка; g – окуляр; h – ЖК-дисплей; i – трегер; j – підйомний гвинт

2. Підготовка приладу до вимірювань

Встановлення нівеліра:

- встановіть штатив та витягніть ніжки на потрібну довжину;
- переконайтесь, що головка штатива розташована горизонтально;
- встановіть прилад на штатив, вкрутивши гвинт штатива в основу приладу;
- відцентруйте круглий рівень для вирівнювання приладу, застосовуючи три встановлювальних гвинта нівеліра.

Фокусування окуляра:

- наведіть зорову трубу на світлу поверхню, наприклад, на стіну або аркуш бумаги;
- обертайте окуляр до тих пір, поки окулярна сітка не стане різкою або чіткою.

Фокусування зображення об'єкта:

- застосовуючи візир, наведіть трубу нівеліра на рейку;

- підведіть зображення рейки до середини поля зору труби;
- відфокусуйте зображення за допомогою гвинта фокусування зорової труби;
- переконайтесь, що зображення рейки та візирне перехрестя є різкими та чіткими;
- увімкніть живлення приладу. Прилад готовий до вимірювань.

3. Інтерфейс користувача та клавіші управління (рис. 6.2).

Призначення клавіш, наведених на рисунку 6.2:

- клавіша а)  Вмикання / Вимикання приладу;
- клавіша б)  вимірювання – клавіша для запуску вимірювання.

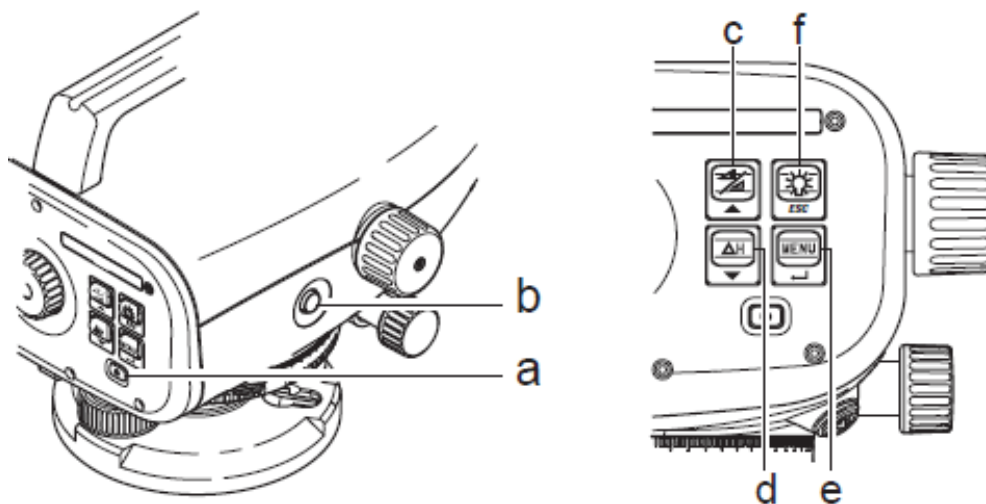


Рисунок 6.2 – Клавіші управління

Функція другого рівня цієї клавіші – запуск або зупинка відстежувального вимірювання / вимірювання з використанням таймера – натиснути та утримувати протягом 3 секунд;

- клавіша с)  перевищення/відстань здійснює переключення між виведенням на дисплей позначок і відстаней. Функція другого рівня цієї клавіші - рух курсора вверх (у режимі меню / налаштування), переключення між

проміжним відліком I та прямою засічкою F у програмі середнього перевищення BIF;

- клавіша d) dH  вимірювання різниці позначок та перевищень.

Функція другого рівня цієї клавіші – рух курсора униз (у режимі меню / налаштування);

- клавіша e) МЕНЮ  вхід до меню налаштування та підтвердження вибору. Функція другого рівня цієї клавіші - клавіша ENTER для підтвердження;

- клавіша f) Підсвітлення  підсвітлення ЖК-дисплею. Функція другого рівня цієї клавіші – клавіша ESC для завершення програми або для виходу з налаштування (у режимі меню / налаштування).

4. Режими роботи приладу наведені в таблиці 6.2, позначки на дисплеї та символи вимірювань – у таблиці 6.3.

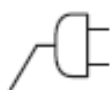
Таблиця 6.2 – Режими роботи електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M

Символ на дисплеї	Режим
1	2
	Режим вимірювання
	МЕНЮ
	Режим повірок та юстировок
	Режим стеження
	Налаштування
 	Нівелювання по одній стороні рейки
    	Нівелювання по двом сторонам рейки
  	Середнє перевищення

Продовження таблиці 6.2

1	2
	Вище-нижче
dH	Різниця позначок
	Інтервал вимірів / активований таймер

Таблиця 6.3 – Позначки та символи вимірювань, відображувані на дисплеї електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M

Символ	Зміст	Символ	Зміст
1	2	3	4
Значки			
	Підсвітлення ЖК-дисплея ВКЛ.		Значок батареї за різної потужності
	Режим вимірювання вертикальної рейки		Дані, збережені у внутрішній пам'яті
	Режим вимірювання перевернутої рейки		Попередження компенсатора ВЬКЛ.
	Під'єднане зовнішнє джерело живлення		Активоване усереднення результатів виміру
Символи вимірювань			
№: / No.:	Номер точки / Номер вихідного стінного знака		Висота вимірювальної рейки
Репер:	Перевищення репера		Виміряна відстань
dH:	Різниця позначок		Середня різниця позначок по двом сторонам

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4
Прев.:	Перевищення		Нижче / збільшити висоту для досягнення проєктної позначки
Пр. отм.:	Проектна позначка		Вище / зменшити висоту для досягнення проєктної позначки

5. Порядок роботи:

- для введення числових реперів та контрольних точок застосовуються символи 0-9, пробіл, десяткова дріб, фути у 1/16 дюйма, знаки «+» та «-»;
- буквено-числовий номер точки, що потрібно увести, складається із знаків a-z, 0-9 та пробілу;
- щоб прийняти наявне значення, натисніть клавішу ENTER;
- для видалення всього наявного поля введення виділить перше поле клавішею SPACE та натисніть клавішу ENTER, щоб цілком видалити останнє введене значення;
- для того щоб скинути введення і повернути попереднє значення, натисніть клавішу ESC;
- номер точки буде автоматично підвищуватись на одиницю, починаючи з останнього номера точки, якщо поле введення номера точки не оновлюється вручну.

6. Вимірювання висоти та відстані (електронно).

- для отримання точного вимірювання завжди направляйте прилад у центр штрихової рейки та фокусуйте зображення рейки;
- натисніть клавішу  , щоб увімкнути прилад, після цього за умовчанням встановлюється режим очікування вимірювань;
- наведіть прилад на ціль та сфокусуйте;

- натисніть на клавішу вимірювання  , щоб активувати вимірювання;
- на дисплеї відображується результат вимірювання висоти та відстані.

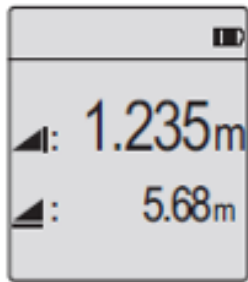


Рисунок 6.3 – Вимірювання висоти та відстані

7. Вимірювання різниці позначок та скороченого рівня (внутрішня пам'ять не активна).

- увімкніть функцію різниці позначок та скороченого рівня натисканням на клавішу



- у результаті на дисплеї відображується повідомлення «Вимір. позиція» із введенням скороченого рівня;

- натисніть на клавішу вимірювання  , щоб ініціювати вимірювання з урахуванням вихідної рейки / репера;

- у результаті на дисплеї відображується вимір вихідної висоти та відстані, а потім з'являється повідомлення «Вимір. ціль!»;

- знову натисніть на клавішу вимірювання  , щоб ввімкнути вимірювання щодо вимірюваної точки;

- наступні результати відображуються відповідно: вимірювальний скорочений рівень (RL), вимірювальна різниця позначок (dH) із врахуванням вихідної рейки, висоти та відстані вимірюваної точки.

8. Вимірювання вище-нижче (внутрішня пам'ять активна)

- натисніть на клавішу меню  та оберіть додаток «Вище-нижче» у програмному підменю, на дисплеї відображується повідомлення «Вимір. на ІТ» із значенням скороченого рівня введення репера та контрольною точкою;

- натисніть на клавішу вимірювання  , щоб ініціювати вимірювання із врахуванням вихідної рейки / репера, на дисплеї відображується вимірювання

вихідної висоти та відстані, а потім з'являється повідомлення «Вимір. ціль!»;

– знову натисніть на клавішу вимірювання  , щоб ввімкнути вимірювання вимірюваної точки;

– наступні результати відображаються відповідно: вимірювальний скорочений рівень (RL) / перевищення, висота вимірюваної точки та значення вище / нижче на вимірюваній точці із врахуванням проєктного скороченого рівня / контрольної точки.

9. Вимірювання точок нівелірного ходу із середнім перевищенням (внутрішня пам'ять активна).

– ініціалізуйте метод середнього перевищення натисканням клавіши меню



;

– для ініціалізації вимірювання репера натисніть клавішу вимірювання  , на дисплеї відобразиться вимір задньої рейки;

– для запуску вимірювання «Проміжний відлік» потрібно перейти в налаштування меню «Проміжний відлік» УВІМК., або натиснути клавішу висоти та відстані   , на дисплеї відобразиться вимір проміжного відліку;

– для вимкнення режиму «Проміжний відлік» потрібно перейти у налаштування меню «Проміжний відлік» ВІМК., або натиснути клавішу висоти та відстані, потім вимірюйте передню рейку, на дисплеї відобразиться вимір передньої рейки;

– за натисканням клавіши вимірювання  , система оновлює відображення режиму очікування для вимірювання задньої рейки наступного вимірювання точки.

10. Вимірювання по одній стороні рейки.

– для ініціалізації метода вимірювання по одній стороні рейки скористайтесь клавішею меню  ;

- для ініціалізації вимірювання репера натисніть клавішу вимірювання  , на дисплеї відобразиться вимір задньої рейки;
- для вимірювання передньої рейки скористуйтеся клавішами   , при цьому на дисплеї відобразиться вимір передньої рейки;
- за натисканням клавіши вимірювання  , система оновлює відображення режиму очікування для вимірювання задньої рейки наступного вимірювання точки.

11. Вимірювання по двом сторонам рейки.

- ініціювати метод вимірювання за двома сторонами натисканням клавіши меню  ;
- ініціювати вимірювання репера натисканням клавіши вимірювання  , на дисплеї відобразиться вимір задньої рейки;
- для вмикання режиму вимірювання передньої рейки скористайтеся клавішами   , на дисплеї відобразиться вимір передньої рейки;
- натисканням клавіши вимірювання  здійснить вимірювання передньої рейки (друге візування), на дисплеї відобразиться вимір передньої рейки (друге візування);
- для другого візування (вимірювання) задньої рейки натисніть клавішу вимірювання  , на дисплеї відобразиться вимір задньої рейки (друге візування);
- після натискання клавіши вимірювання  система відображує звіт про поточне вимірювання «Зміна точки», натисніть клавішу ENTER, щоб прийняти результат;
- після натискання клавіши вимірювання  система оновлює відображення режиму очікування для вимірювання задньої рейки наступної зміни точки.

12. Передача даних через завантажник даних.

- за умовчанням завантажник даних встановлюється у C: \ Program files \ Leica-Geosystems;
- двічі клацніть лівою кнопкою миші на Sprinter_Dataloader .exe;
- приєднайте кабель USB через телефонний роз'єм із з'єднувальним портом, що розташований у батарейному відсіку приладу, і роз'єм USB з портом USB на комп'ютері;
- увімкніть прилад та, дочекайтесь подвійного звукового сигналу, на ЖК-дисплеї приладу з'явиться значок USB;
- запустить завантажник даних з папки за умовчанням C: \Program files \ Leica-Geosystems;
- клацніть лівою кнопкою миші на кнопку 'З'єднання USB' у завантажнику даних, на екран буде виведена уся інформація, релевантна для приладу;
- клацніть лівою кнопкою миші на кнопку 'Перелік даних' / 'Нівелірний журнал' у вікні експорту даних, щоб завантажити дані з прилада на комп'ютер у вікно Ms-Excel.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Застосовуване обладнання.
3. Характеристика будови приладу, призначення його конструктивних елементів, та технічних характеристик.
4. Порядок підготовки приладу до вимірювань.
5. Характеристика та призначення режимів роботи електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M.
6. Вмикання приладу та початок вимірювань.
7. Результати вимірювання висоти та відстані.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення цифрового електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M.
2. Поясніть відмінності цифрового електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M від на оптичних та лазерних нівелірів.
3. Перелічить основні технічні характеристики електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M.
4. Охарактеризуйте порядок підготовки приладу до вимірювань.
5. У яких випадках виконують повірку та юстирування електронного нівеліра Leica Geosystems Sprinter 150/150M та з якою метою?
6. Поясніть порядок фокусування окуляра нівеліра та яка необхідність його фокусування.
7. Поясніть порядок фокусування зображення об'єкта. Яка необхідність фокусування зображення об'єкта?
8. Які режими роботи реалізовані у електронному нівелірі Leica Geosystems Sprinter 150/150M?
9. Поясніть призначення режиму стеження.
10. Поясніть призначення режимів нівелювання по одній стороні рейки та нівелювання по двом сторонам рейки.
11. Поясніть призначення режиму середнього перевищення.
12. Охарактеризуйте порядок вимірювання точок нівелірного ходу із середнім перевищенням.
13. Охарактеризуйте порядок вимірювання по одній та по двом сторонам рейки.
14. Поясніть, як зберегти отримані результати вимірів та як передати їх на комп'ютер.

Лабораторна робота № 7

Принцип роботи та будова електронного тахеометра SOUTH NTS-350R

(4 години)

Мета роботи: вивчити призначення, принцип роботи та будову електронного тахеометра SOUTH NTS-350R. Навчитися виконувати підготовку тахеометра до роботи.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Призначення приладу

Тахеометри – це геодезичні прилади, що призначені для вимірювання відстаней, перевищень, горизонтальних і вертикальних кутів, а отже це поєднання низки геодезичних робіт істотно прискорює процес вимірювань. Електронні тахеометри серії NTS 350 забезпечені повним комплектом вбудованих програм для зйомки, запису даних, установочних параметрів та призначені для ведення професійних різних зйомочних робіт.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення особливостей приладу та його конструктивних елементів.

– уважно роздивіться конструктивні елементи приладу, що наведені на рисунках 6.1, а та б та вивчіть їхнє призначення;

Схема електронного тахеометра



а)

Схема електронного тахеометра (вигляд з іншого боку)



б)

Рисунок 6.1 – Конструктивні елементи тахеометра:

а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду

Уважно роздивіться клавіатуру тахеометра, що наведена на рисунку 6.2.

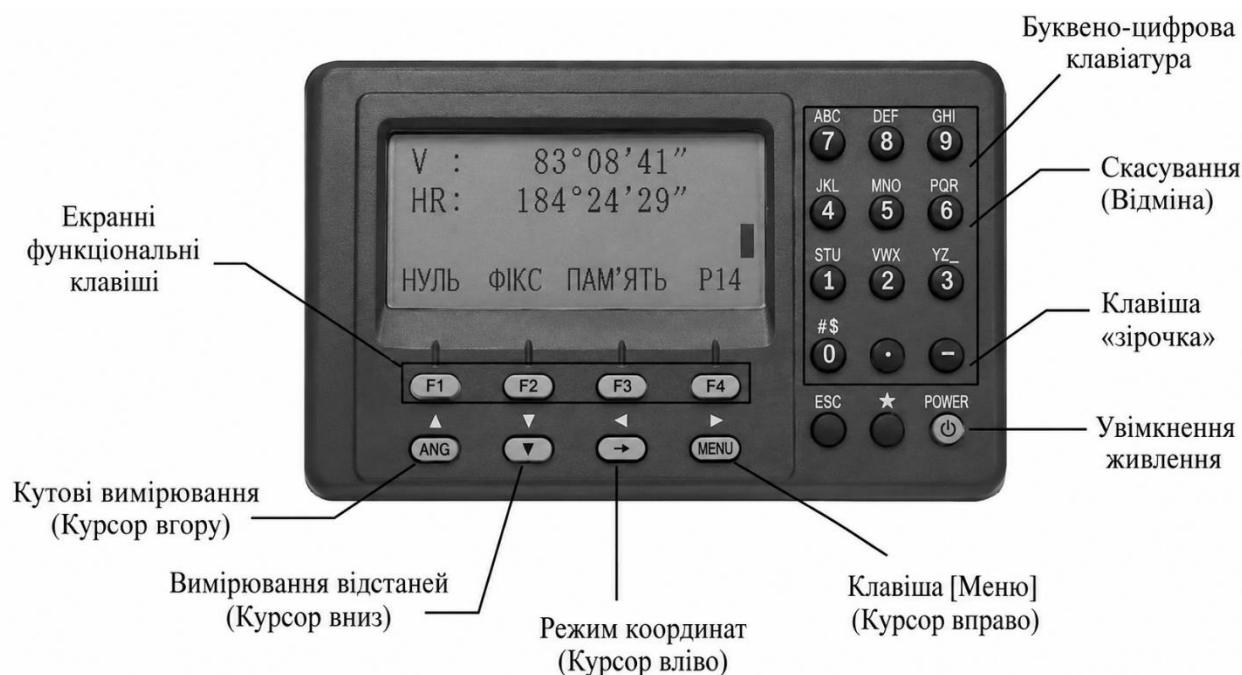


Рисунок 6.2 – Клавіатура тахеометра

– вивчіть клавіши відповідно до таблиць 6.1 і 6.2 та їхні відповідні функції.

Таблиця 6.1 – Клавіши управління тахеометром

Клавіша	Назва	Функція
1	2	3
[ANG]	Кутові вимірювання	Режим вимірювання кутів
	Вимірювання відстаней	Режим вимірювання відстаней
	Клавіша режиму координат	Режим координатних вимірювань
[MENU]	Клавіша меню	Переключення режимів меню та робочого режиму
[ESC]	Клавіша скасування (виходу)	Скасування останньої операції, вертання до попереднього вікна або попереднього режиму
[POWER]	Клавіша вмикання та вимикання	Вмикання та вимикання живлення
F1~F4	Екранні (функціональні клавіши)	Виконують функції, що відображені на екрані над цими клавішами

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
	Буквено-цифрова клавіатура	Введення букв або цифр або вибір пунктів меню
	Клавіша «зірочка»	Налаштування основних функцій тахеометра

Таблиця 6.2 – Зміст позначень на дисплеї

На дисплеї	Зміст позначення
ВК	Вертикальний кут
ГКп	Горизонтальний кут (правобічний відлік)
ГКл	Горизонтальний кут (лівобічний відлік)
D	Горизонтальне прокладання
S	Похила відстань
h	Перевищення
X	(x) координата
Y	(y) координата
H	(h) координата
*	Параметри далекоміра
м	Метри (одиниці вимірювання відстаней)
ф	Фути (одиниці вимірювання відстаней)
д	Дюйми (одиниці вимірювання відстаней)

2. Підготовка тахеометру до роботи:

- під час зберігання зорова труба тахеометра із одягнутою на об'єктив кришкою повинна знаходитись у вертикальному положенні (об'єктивом до трегера), затискним гвинтом зорової труби і круглим рівнем трегера уверх;
- встановите штатив, надійно закріпивши його ніжки. Встановите прилад на штатив та закріпіть його становим гвинтом штативу;
- до початку роботи виробник приладу рекомендує дати час на адаптацію приладу до температури навколишнього середовища;

- за допомогою затискних гвинтів ніжок штативу грубо відгоризонтуйте та відцентруйте прилад над точкою;
- далі відгоризонтуйте прилад за допомогою круглого рівня;
- за допомогою підйомних гвинтів А та В приведіть пузирчик круглого рівня перпендикулярно лінії, що з'єднує підйомні гвинти (рис. 6.3);
- за допомогою гвинта С перемістить пузирчик круглого рівня в нуль-пункт (центр кола) (рис. 6.4);
- потім точно відгоризонтуйте прилад (рис. 6.5, а);
- для цього послабте горизонтальний затискний гвинт, розгорніть прилад в горизонтальній площині таким чином, щоб циліндричний рівень розташувався паралельно відносно двох підйомних гвинтів А і В, потім, обертаючи ці підйомні гвинти у протилежних напрямках, приведіть пузирчик циліндричного рівня в нуль-пункт (точно посередині ампули);

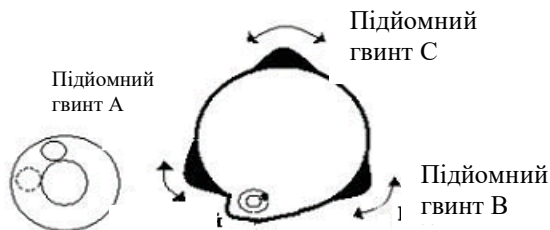


Рисунок 6.3 – Грубе горизонтування
приладу



Рисунок 6.4 – Нуль-пункт
круглого рівня

- оберніть прилад на 90° навколо його вертикальної осі (рис. 6.5, б) і приведіть пузирчик в нуль-пункт циліндричного рівня ще раз за допомогою третього підйомного гвинта С;

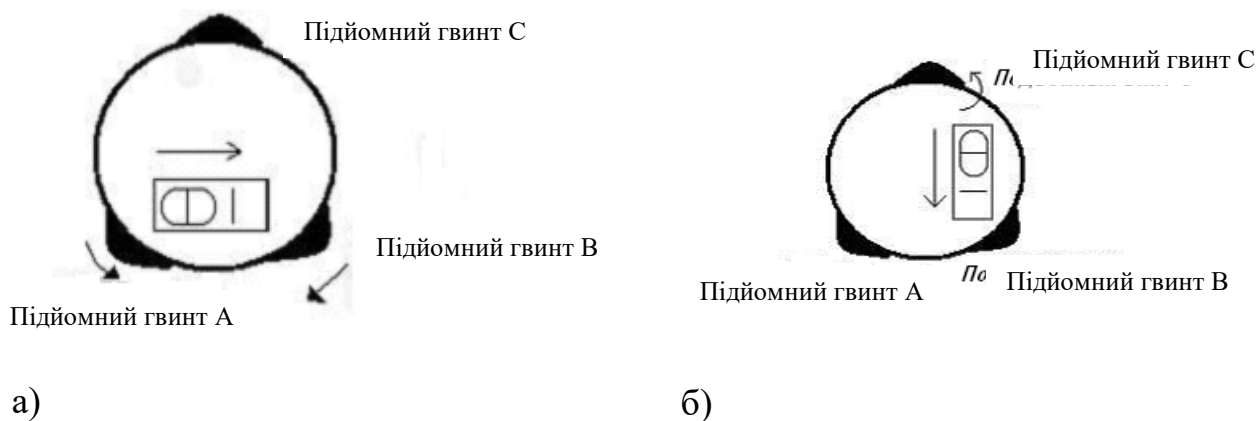


Рисунок 6.5 – Точне горизонтування приладу

– перевірте правильність встановлення пузирчика у всіх напрямках. За необхідністю повторить виконані дії.

Фокусування та наведення приладу на ціль:

– наведіть зорову трубу на світлу поверхню, наприклад, на небо або аркуш бумаги;

– обертаючи фокусувальне кільце зорової труби, добийтесь чіткого зображення сітки ниток;

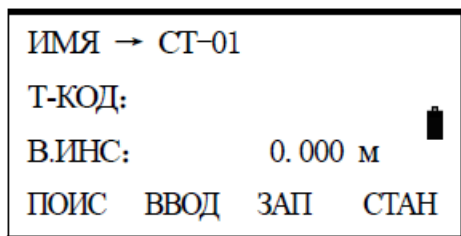
– наведіться на ціль за допомогою візиру, що розташований у верхній частині зорової труби;

– сфокусуйте зображення цілі за допомогою фокусувального кільця зорової труби і точно наведіться на марку, застосовуючи мікрометричні гвинти ГК та ВК;

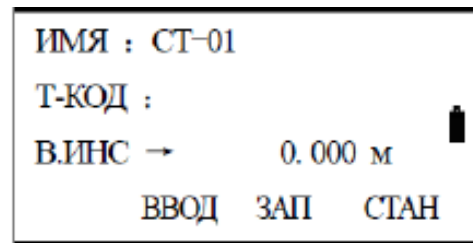
– якщо під час спостереження у зорову трубу виникає паралакс за вертикальною або горизонтальною віссю між перехрестям ниток і ціллю, це означає, що неправильно виконане фокусування, або погано наведена різкість. Цей ефект негативно відбивається на точності вимірів. Усуньте паралакс, ретельно виконавши фокусування сітки ниток і цілі, застосовуючи фокусувальне кільце окуляра та об’єктиву.

Введення алфавітно-цифрових символів:

- у ході виконання робіт користувач має можливість вводити цифри та символи;
- для введення висоти інструменту увімкніть живлення приладу та перейдіть у режимі зйомки, при цьому стрілка на дисплеї вказує на поточне поле для введення даних (рис. 6.6, а);
- для переміщення стрілки до пункту, куди потрібно ввести значення, застосовуйте клавіші [▲] та [▼];
- перемістить стрілку до пункту «В.ИНС» (рис. 6.6, б);



а)



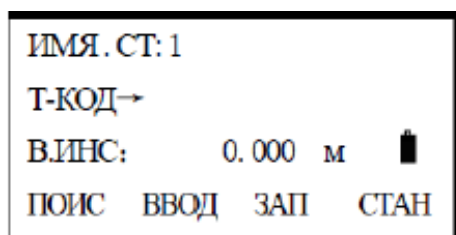
б)

Рисунок 6.6 – Введення висоти інструменту

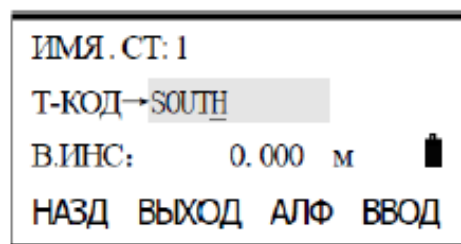
- натисніть [F2] (ВВОД) для того, щоб активувати функцію введення символів, на рядку «В.ИНС» з'явився курсор;
- введіть висоту інструменту 1,5 м, натиснувши послідовно клавіші [1], [.), [5], та для завершення процедури введення натисніть клавішу [ENT];
- введіть код точки стояння «SOUTH» в режимі збирання даних;
- для цього клавішами [▲] або [▼] перемістіть стрілку до пункту «Т-КОД», куди необхідно ввести значення (рис. 6.7, а);
- натисніть клавішу [F2] (ВВОД), щоб активувати курсор;
- натисніть клавішу [F3] (АЛФ), щоб змінити режим введення цифр на режим введення буквених символів (рис. 6.7, б).

Зверніть увагу: введення букв можливе, коли на дисплеї відображено «АЛФ» введення цифр можливе, коли на дисплеї відображено «ЦИФ» якщо необхідно ввести дві букви, яким відповідає одна клавіша, застосовуйте клавішу

[►] для переміщення курсора. Натисніть клавішу [STU] для введення «S»
Натисніть клавішу [MNO] тричі для вибору символу «O» з послідовності.



а)



б)

Рисунок 6.7 – Уведення коду точки стояння

Натисніть клавішу [STU] тричі для вибору символу «U» з послідовності.
Натисніть клавішу [►] для переміщення курсора, потім натисніть клавішу [STU]
двічі для введення символу «Т». Натисніть клавішу [GHI] двічі для вибору
символу «Н» з послідовності. Потім натисніть клавішу [F4] (ВВОД). виправити
невірно введені символи можна за допомогою клавіш [◀] та [►].

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Техніка безпеки під час роботи із лазером.
4. Складові тахеометра SOUTH NTS-350R та їх призначення.
5. Призначення функціональних клавіш приладу та його режими роботи.
6. Особливості підготовки тахеометра SOUTH NTS-350R до роботи.

Контрольні запитання

1. Яке призначення та можливості тахеометра SOUTH NTS-350R?
2. Якими технічними параметрами характеризується тахеометр SOUTH NTS-350R?

3. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись під час роботи із лазером та чому?
4. Охарактеризуйте режими роботи тахеометра SOUTH NTS-350R.
5. Які одиниці вимірювань застосовуються у тахеометрі SOUTH NTS-350R?
6. Охарактеризуйте вимоги до розташування зорової труби тахеометра під час його зберігання та транспортування.
7. Поясніть послідовність підготовки тахеометру до роботи.
8. Поясніть послідовність горизонтування та відцентрування приладу над точкою місцевості.
9. З якою метою виконують горизонтування та відцентрування приладу над точкою місцевості? Поясніть зміст цієї операції.
10. Поясніть послідовність фокусування та наведення приладу на ціль.
11. У чому полягає явище паралакса, з яких причин він виникає та як його усунути?
12. Поясніть особливості введення буквено-цифрових символів. Як перейти від режиму введення буквених символів до режиму введення цифрових символів?

Лабораторна робота № 8

Повірка та юстирування електронного тахеометра SOUTH NTS-350R

(4 години)

Мета роботи: вивчити призначення повірки та юстирування приладу, навчитися виконувати повірку та юстирування електронного тахеометра SOUTH NTS-350R.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Електронний тахеометр SOUTH NTS-350R відповідно до технічних вимог підлягає повірці та юстировці на заводі-виготовлювачі. Але під час транспортування та за наявності різних кліматичних умов можуть виникати істотні погрішності в роботі приладу, тому перед початком роботи його потрібно повірити та, за необхідністю, провести юстирування.

Порядок виконання роботи

1. Повірка та юстирування циліндричного рівня.

Для повірки виконайте:

- встановіть штатив, надійно закріпивши його ніжки, встановіть прилад на штатив та закріпіть його становим гвинтом штативу;
- за допомогою затискних гвинтів ніжок штативу грубо відгоризонтуйте та відцентруйте прилад над точкою;
- далі відгоризонтуйте прилад за допомогою круглого рівня;
- за допомогою підйомних гвинтів А та В приведіть пузирчик круглого рівня перпендикулярно лінії, що з'єднує підйомні гвинти (рис. 8.1);
- за допомогою гвинта С перемістить пузирчик круглого рівня в нуль-пункт (центр кола) (рис. 8.2);
- потім точно відгоризонтуйте прилад (рис. 8.3, а), для чого послабте горизонтальний затискний гвинт, розгорніть прилад в горизонтальній площині таким чином, щоб циліндричний рівень розташувався паралельно відносно двох підйомних гвинтів А і В, потім, обертаючи ці підйомні гвинти у протилежних напрямках, приведіть пузирчик циліндричного рівня в нуль-пункт (точно посередині ампули);

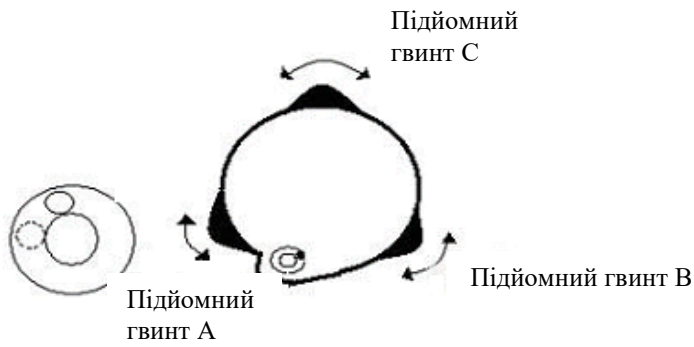


Рисунок 8.1 – І рube горизонтування
тахеометра

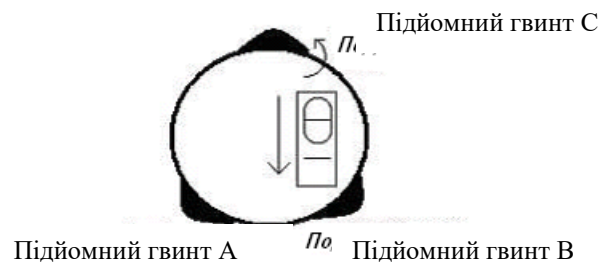


Рисунок 8.2 – Нуль-пункт
круглого рівня

– оберніть прилад на 90° навколо його вертикальної осі (рис. 8.3, б) і приведіть пузирчик в нуль-пункт циліндричного рівня ще раз за допомогою третього підйомного гвинта С;



а)



б)

Рисунок 8.3 – Точне горизонтування прилада

– перевірте правильність встановлення пузирчика у всіх напрямках. За необхідністю повторить виконані дії.

Для юстирування виконайте:

– якщо пузирчик циліндричного рівня змістився з нуль-пункту, поверніть його на половину зміщення за допомогою підйомних гвинтів, що розташовані на лінії, паралельній осі циліндричного рівня:

– решту половину зміщення виправіть юстирувальними гвинтами рівня за допомогою юстирувальної шпильки:

– переконайтесь, що пузирчик не зміщується з центра при обертанні приладу на 180° ;

– оберніть прилад приблизно на 90° і третім підйомним гвинтом встановіть пазирчик у нуль-пункті;

– повторюйте перевірку та юстирування доти, поки пазирчик не буде залишатися у нуль-пункті при обертанні алідади у всіх напрямках.

2. Перевірка та юстирування круглого рівня:

– якщо пазирчик круглого рівня знаходиться у центрі після перевірки та юстирування циліндричного рівня, у юстировці немає необхідності;

– якщо пазирчик круглого рівня знаходиться не в нуль-пункті, приведіть його у центр за допомогою юстирувальної шпильки, для чого потрібно регулювати три юстирувальних гвинта круглого рівня.

3. Юстирування сітки ниток:

– наведіть зорову трубу на ціль А та затягніть горизонтальний та вертикальний затискні гвинти;

– зображення точки А змістити на край поля зору гвинтом точного наведення за вертикаллю (рис. 8.4);

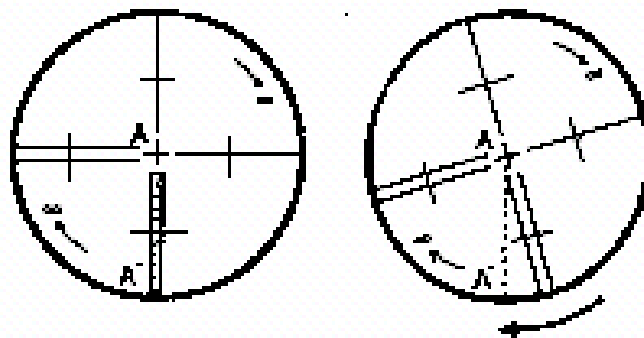


Рисунок 8.4 – Зміщення зображення точки А

– якщо точка А переміщується точно за вертикальною лінією сітки ниток, юстирування не потрібне;

– якщо точка А зміщується з вертикальної лінії сітки, то спочатку зніміть кришку з окуляра, під якою розташовані чотири гвинта;

– послабте усі чотири юстирувальних гвинта сітки ниток викруткою;

– оберніть сітку ниток круг візирної осі та вирівняйте вертикальну лінію

сітки по точці (рис. 8.5);

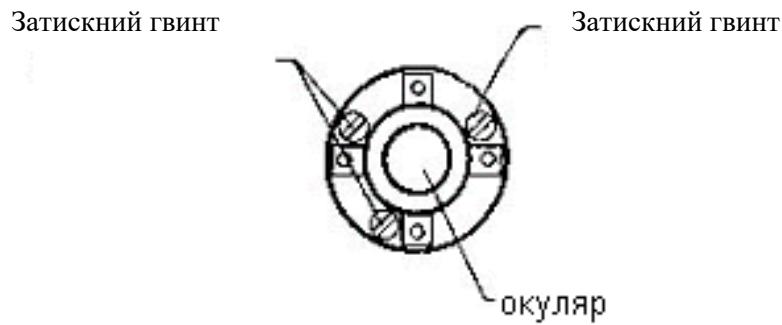


Рисунок 8.5 – Вирівнювання вертикальної лінії сітки по точці

- затягніть юстирувальні гвинти;
- для контролю повторіть повірку;
- поверніть кришку окуляра на місце.

4. Колімаційна похибка приладу (2С).

Порядок виконання повірки такий:

- встановити об'єкт А на великій відстані (коло 100 м) на такій самій висоті, що й прилад, причому вертикальний кут на ціль повинен становити $\pm 3^\circ$;
- виконайте точне горизонтування приладу;
- увімкніть прилад;
- наведіться на точку А при КЛ та зафіксуйте значення горизонтального кута, наприклад, горизонтальний кут ГКл = $10^\circ 13' 10''$;
- послабте вертикальний і горизонтальний затискні гвинти;
- оберніть зорову трубу, наведіться на точку А при КП та зафіксуйте значення горизонтального кута, наприклад, горизонтальний кут ГКп = $190^\circ 13' 40''$;
- виконайте обчислення $2С = Г\text{Кл} - Г\text{Кп} \pm 180^\circ = 10^\circ 13' 10'' - 190^\circ 13' 40'' = -30''$, що перевищує $\pm 20''$, отже юстирування необхідне.

Порядок виконання юстирування містить електронне налаштування та оптичне налаштування приладу.

Електронне налаштування. Порядок виконання такий:

- після горизонтування приладу натисніть [MENU], потім натисніть [F4] та P1↓ для переходу до 2-ї сторінки меню;
- натисніть F3 (ПОВЕРКА) та оберіть F2 (КОЛЛИМАЦИЯ);
- точно наведіться на ціль А з такою самою висотою, що й в приладу при КЛ, та натисніть F4 (ОК) (рис. 8.6, а);
- оберніть зорову трубу та точно наведіться на ту саму ціль при КП, натисніть F4 (рис. 8.6, б);



Рисунок 8.6 – Наведення на ціль А для електронного налаштування приладу

- після завершенні налаштування прилад автоматично повернеться у меню ПОВІРКА.

Оптичне юстирування має проводитись тільки кваліфікованим персоналом або інженером сервісного центру. Під час оптичного юстирування застосовують гвинт точного наведення для установки правильного відліку горизонтального кута та повторюють повірку та юстирування доти, поки не буде досягнена умова: колімаційна похибка $|2C| < 20''$.

5. Повірка працездатності компенсатора.

Для повірки виконайте такі дії:

- встановіть та відгоризонтуйте прилад;
- спрямуйте зорову трубу паралельно до лінії, що з'єднує центр приладу із одним із затискних гвинтів;

- зафіксуйте горизонтальний затискний гвинт;
- увімкніть прилад та обнулите вертикальний індекс;
- закріпіть вертикальний затискний гвинт, і прилад відобразить значення вертикального кута;
- повільно обертайте вертикальний затискний гвинт у будь-якому напрямі на величину, що не перевищує 10 мм, з'явиться повідомлення про похибку “b”, тобто вертикальна вісь відхилилась більше ніж на 3' що перевищує діапазон компенсації;
- поверніть згаданий вище гвинт у його первинний стан, і на екрані приладу знову відобразиться значення вертикального кута, що означає, що функція компенсації вертикального кута працює.

Якщо компенсатор не працює, потрібно звернутися до сервісного центру.

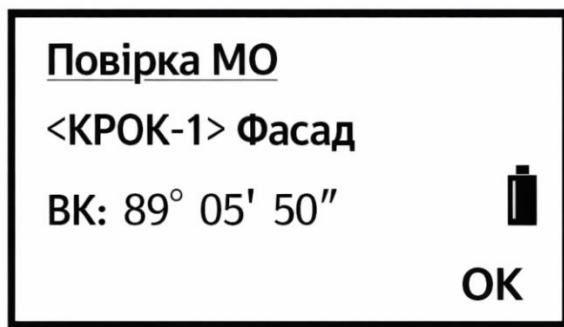
6. Юстирування кута і місця нуля.

Після виконання перевірок сітки ниток та компенсатора потрібно виконати таку перевірку:

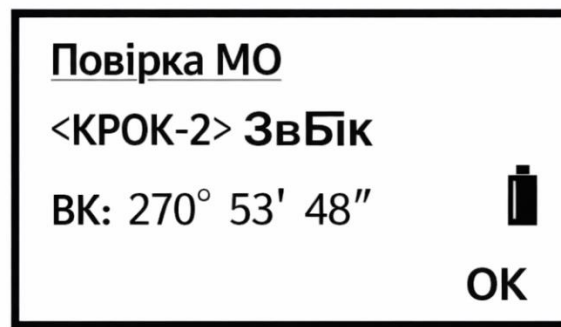
- встановити, відгоризонтувати та увімкнути прилад;
- навестись на точку А при КЛ та зафіксувати значення вертикального кута L;
- перевести трубу через зеніт та навести на точку А при КП;
- зафіксувати значення вертикального кута R;
- якщо вертикальний кут 0° у зеніті, $i = (L + R - 360^\circ) / 2$;
- якщо 0° у горизонті, то $i = (L + R - 180^\circ) / 2$ або $(L + R - 540^\circ) / 2$;
- якщо $|i| \geq 10''$, необхідно встановити місце нуля вертикального кута ще раз.

Для юстирування кута і місця нуля потрібно виконати:

- після горизонтування приладу натисніть [MENU], а потім F4 (P1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню;
- натисніть F3 (ПОВЕРКА), а потім оберіть F1 (ПОВЕРКА M0);
- точно наведіть на ціль А з такою самою висотою, що й у приладу, при КЛ та натисніть F4 (OK) (рис. 8.7, а);
- оберніть зорову трубу та наведіть на ту саму ціль А при КРУГІ ПРАВО;
- натисніть F4 (рис. 8.7, б);



а)



б)

Рисунок 8.7 – Юстирування кута і місця нуля

- виконайте обчислення кута і та переконайтесь, що він відповідає вимогам;
- після завершення налаштування прилад автоматично повернеться у меню ПОВІРКА;
- потрібно повторити повірку, щоб виміряти кут і ще раз;
- якщо кут і не відповідає вимогам, потрібно перевірити правильність виконання кроків юстирування;
- якщо кут і після повторного юстирування та повірки не задовольняє вимогам, потрібно звернутись у сервісний центр.

7. Повірка та юстирування оптичного центра.

Метою повірки та юстирування оптичного центра є суміщення лінії спостереження окуляра оптичного виска із вертикальною віссю, оскільки у протилежному випадку під час встановлення приладу за оптичним виском вертикальна вісь приладу не буде строго вертикальною.

Для повірки оптичного центра потрібно:

- встановити прилад на штатив та розмістити під ним білий аркуш паперу із двома перпендикулярними лініями;
- розташувати перетин ліній точно під приладом;
- налаштуйте центр оптичного центра та зсувайте аркуш паперу так, щоб точка перетину ліній на аркуші попала у поле зору оптичного центра;
- за допомогою підйомних гвинтів зробіть так, щоб центральна мітка оптичного центра збіглась із точкою перетину ліній на аркуші паперу;

– обертайте прилад навколо вертикальної осі, та кожні 90° перевіряйте, чи збігаються центральна мітка і точка перетину ліній;

– якщо центральна мітка завжди збігається із точкою перетину, юстирування не потрібне, у протилежному випадку необхідно виконати юстирування.

Для юстирування оптичного центрира потрібно:

– зняти кришку з юстирувальних гвинтів сітки ниток оптичного виска;

– на аркуші паперу з накресленим перехрестям відзначте положення сітки ниток через кожні 90° - А, В, С, D (рис. 8.8);

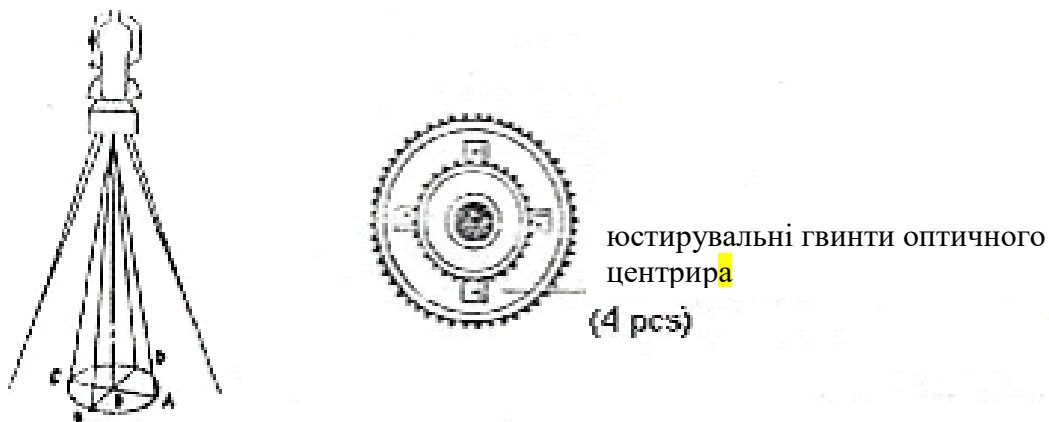


Рисунок 8.8 – Юстирування оптичного центрира

– проведіть лінії AC і BD та відзначте точку перетину цих двох ліній O;

– відрегулюйте чотири юстирувальних гвинта оптичного центрира за допомогою юстирувальної шпильки доти, поки центральна мітка не співпаде з точкою O;

– повторюйте огляд та юстирування, поки не переконаєтесь, що повірка виконана правильно;

– закрийте захисну кришку.

8. Повірка та юстирування постійної приладу (К).

Постійну приладу позначають як коефіцієнт К та відповідно до заводського значення $K = 0$. Зазвичай К має незмінне значення, але її рекомендується перевіряти 1–2 рази на рік. Повірку потрібно проводити на базисі.

Для перевірки постійної приладу (K) потрібно:

- встановити та привести прилад у робочий стан у точці А;
- за допомогою вертикальної нитки сітки ниток, на відстані 50 метрів потрібно винести точки В і С у створі базису;
- після встановлення температури та атмосферного тиску у приладі, точно виміряйте горизонтальне прокладання АВ і АС;
- встановіть прилад у точці В і точно відгоризонтуйте його;
- точно виміряйте горизонтальне прокладання ВС;
- обчисліть постійну $K = AC - (AB + BC)$ на підставі отриманих значень;
- значення К має бути близьким до 0, якщо $|K| > 5 \text{ mm}$, прилад необхідно перевірити на базовій лінії та провести юстирування відповідно до технічних вимог.

9. Перевірка паралельності лінії візування та осі випромінювача.

Для проведення перевірки потрібно:

- встановити відбивач на відстані 50 м від приладу;
- навести на центр відбивача за допомогою сітки ниток;
- увімкнути прилад та увійти у режим вимірювання відстаней;
- натиснути [ИЗМ] для вимірювання;
- обертаючи горизонтальні та вертикальні мікрометричні гвинти, змістити світловий пучок уверх або униз відбивача та зняти відліки;
- бісектриса отриманого кута буде з'являтися віссю світлового пучка далекоміра;
- перевірити, чи збігається центр сітки ниток із центром осі випромінювача.

Якщо розходження між центром сітки ниток і центром осі випромінювача залишається істотним, прилад потрібно здати у ремонт.

10. Безвідбивний далекомір.

Червоний лазерний промінь, що застосовують для вимірювань у безвідбивному режимі, має спільну вісь із лінією візування зорової труби та виходить з порта об'єктиву. Якщо прилад добре від'юстирований, червоний промінь збігатиметься із лінією візування.

Зовнішні впливи, наприклад великі температурні коливання або удари, можуть змістити лазерний промінь від лінії візування.

Напрямок променя потрібно перевірити перед початком точних вимірів відстаней, оскільки велике відхилення лазерного променя від лінії візування може призвести до похибок під час вимірювання відстаней.

Для проведення перевірки потрібно:

- встановити ціль відбивача на відстані 5–20 метрів сірою стороною до приладу;
- увімкнути лазерний промінь, для чого активізувати функцію лазера;
- застосувати сітку ниток для суміщення приладу з центром візирної мітки;
- перевірити, чи є червона точка лазера на візирній мітці;
- якщо лазерний промінь не видно через зорову трубу, подивиться на ціль вище або у стороні від цілі;
- якщо точка на сірій стороні відбивача сильно яскрава, застосовуйте білу сторону для виконання перевірки.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Перевірка та юстирування циліндричного рівня.
4. Перевірка та юстирування круглого рівня.
5. Юстирування сітки ниток.
6. Колімаційна похибка приладу (2С).
7. Перевірка компенсатора.

8. Юстирування кута і місця нуля.
9. Повірка та юстирування оптичного центрира.
10. Повірка постійної приладу (К).
11. Повірка паралельності лінії візування та осі випромінювача.
12. Повірка безвідбивного далекоміра.

Контрольні запитання

1. Поясніть порядок грубого та точного горизонтування циліндричного рівня тахеометра.
2. Поясніть поняття «нуль-пункт».
3. Поясніть порядок юстирування циліндричного рівня тахеометра.
4. За яких умов юстирування круглого рівня не потрібне?
5. Поясніть порядок дій під час юстирування сітки ниток.
6. Яка мета виконання повірки та юстирування сітки ниток?
7. Поясніть, за допомогою яких конструктивних частин вирівнюють вертикальну лінію сітки ниток?
8. Як отримати доступ до чотирьох юстирувальних гвинтів сітки ниток? викруткою?
9. Поясніть поняття «колімаційна похибка приладу (2C)».
10. Поясніть порядок виконання повірки колімаційної похибки приладу.
11. Яке припустиме значення має колімаційна похибка приладу (2C)?
12. Як обчислити значення колімаційної похибки приладу?
13. Як перевірити, чи працює функція компенсації вертикального кута?
14. Поясніть мету та порядок юстирування кута і місця нуля тахеометра.
15. Поясніть формулу, за якою обчислюють контрольну величину кута і під час юстирування кута і місця нуля тахеометра.
16. Яке припустиме значення повинна мати контрольна величина кута і?
17. Поясніть призначення оптичного центрира тахеометра.
18. Поясніть порядок повірки та юстирування оптичного центрира.

Лабораторна робота № 9

Вимірювання кутів за допомогою електронного тахеометра

SOUTH NTS-350R (2 години)

Мета лабораторної роботи: вивчення прийомів вимірювання горизонтального та вертикального кутів, застосування методу вимірювання кутів нахилу та методу багаторазового вимірювання горизонтального кута.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, геодезичний штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки.

Порядок виконання роботи

1. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів:

– для вмикання режиму вимірювання кутів натисніть клавішу «ANG»;
– вигляд екрану тахеометра при ввімкненому режимі вимірювання кутів показаний на рисунку 9.1, звідки видно, що меню режиму вимірювання кутів розташоване на трьох сторінках;

– переключення сторінок меню здійснюється натисканням клавіши F4, при цьому на екрані змінюється вигляд нижнього рядка;

– номер поточної сторінки меню позначений відповідною позначкою C1↓, C2↓, C3↓;

– отже, на третій сторінці даного меню натисканням клавіши «F2» здійснюється переключення круга право та ліво (П/Л);

– для вимірювання кута між першою та другою марками потрібно встановити КП;

– далі навести прилад на першу марку та послідовним натисканням клавіш F1 (0°ГК) і F4 (ДА) встановити відлік за горизонтальним кутом 0°00'00" (рис. 9.2, а);

ВК:	122° 09' 30"		
ГКп:	90° 09' 30"		
0° ГК	ФІКС	ВВОД	C1 ↓
КОМ	ПОВТ	ВК%	C2 ↓
СИГН	ПЛ	VoBK	C3 ↓

а)

Рисунок 9.1 – Вигляд екрана тахеометра при ввімкненому режимі вимірювання кутів

– при наведенні приладу на другу марку, на екрані відобразиться поточне значення горизонтального кута (рис. 9.2, б).

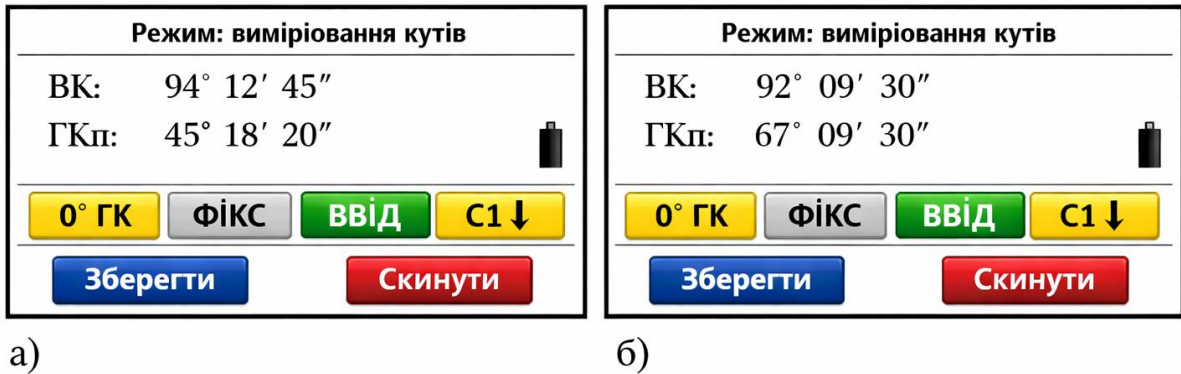


Рисунок 9.2 – Вимірювання кута між першою та другою марками

Завдання 1:

– виміряти кути β_{12} , β_{13} , β_{14} , β_{23} , β_{24} , β_{34} при правому колі, схематичне зображення завдання наведено на рисунку 9.3;

– виміряти кути відповідно β_{21} , β_{31} , β_{41} , β_{32} , β_{42} , β_{43} , при лівому колі;

– виходячи з того, що

$$\beta_{14} = \beta_{12} + \beta_{23} + \beta_{34};$$

$$\beta_{14} = \beta_{12} + \beta_{24};$$

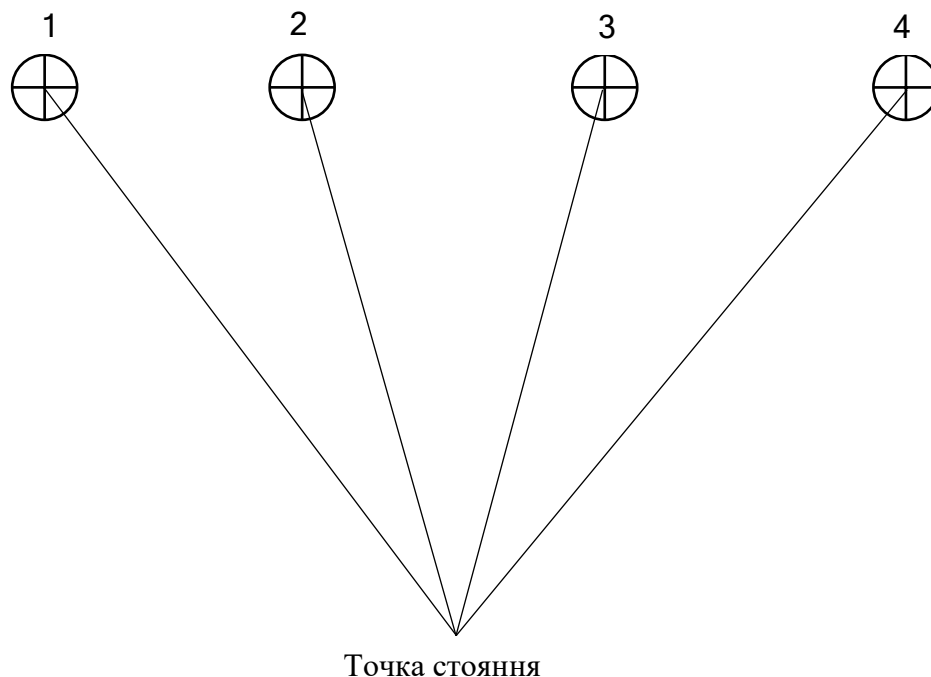


Рисунок 9.3 – Схематичне зображення завдання 1

$$\beta_{14} = \beta_{13} + \beta_{34}$$

виконати розрахунки кута β_{14} ;

– порівняти значення кута β_{14} , отримані у результаті розрахунків, з результатами вимірювань;

– оцінити величину похибки;

– виконати Завдання 1 ще раз, але у режимі КЛ.

Завдання 2:

– виміряти кути β_{12} , β_{23} , β_{34} , β_{41} у режимі КП, схематичне зображення завдання наведено на рисунку 9.4;

– виміряти кути відповідно β_{14} , β_{43} , β_{32} , β_{21} у режимі КЛ;

– виходячи з того, що

$$\beta_{12} + \beta_{23} + \beta_{34} + \beta_{41} = 360^\circ,$$

оцініть величину похибки.

Отже, у завданні 1 значення кута β_{14} було отримане шляхом вимірювання, тобто існує імовірність похибки. У завданні 2 потрібно виміряти чотири кути, які складають повне коло, тобто їхня сума має становити 360° (рис. 9.4).

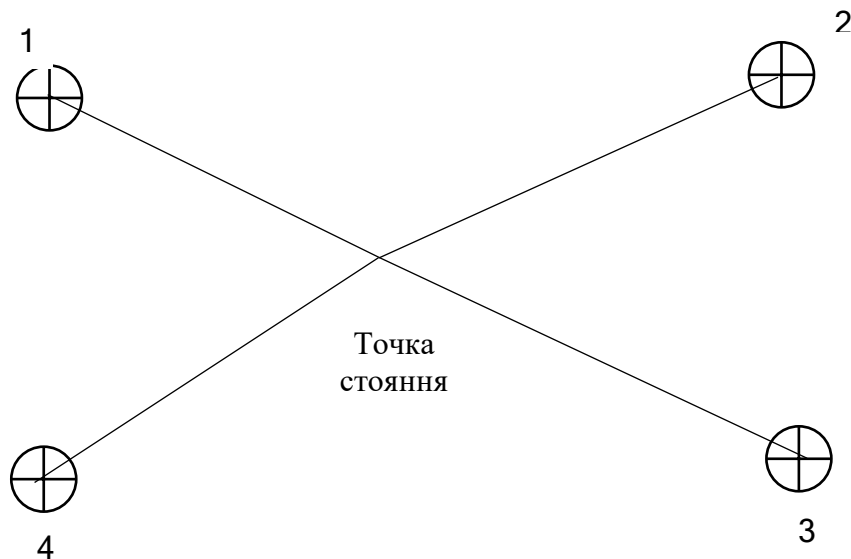


Рисунок 9.4 – Схематичне зображення завдання 2

2. Вимірювання горизонтального кута методом повторень.

Цей режим застосовують для накопичення повторних вимірювань

горизонтального кута (КРУГ ПРАВО), в результаті на екрані тахеометра відображується сума і середнє значення усіх вимірних кутів.

Завдання 3:

- на початку роботи перед усім потрібно впевнитись, що обраний саме режим кутових вимірювань КРУГ ПРАВО;
- у цьому режимі натисніть клавішу «F4» для переходу на C2;
- натисніть клавішу «F2» (ПОВТ), а потім наведіться на марку 1 (рис. 9.3);
- натисніть клавішу «F1» (0 УСТ) та підтвердить натисканням клавіши «F4» (ДА);
- потім наведіться на марку 2, обертаючи для цього закріплювальний і мікрометренний гвинти горизонтального круга;
- натисніть клавішу «F4» (ДЕРЖ);
- повторно наведіться на марку 1 і натисніть клавішу «F3» (REL);
- повторно наведіться на марку 2 і натисніть «F4» (ДЕРЖ).

Повторіть процедуру почергового наведення на марки 1 і 2, натискаючи відповідно «F4» (ДЕРЖ) при наведенні на марку 1 і «F3» (REL) при наведенні на марку 2 шість разів. На екран будуть виведені значення суми кутів H_t та середнє значення H_m . Для повертання у стандартний режим вимірювання кутів натисніть клавішу «F2» (ВИХД) і для підтвердження «F4» (ДА).

3. Вибір системи відліку вертикальних кутів:

- вертикальні кути можна відміряти від зеніту або від горизонту (рис. 9.5);
- вибір системи відліку вертикальних кутів – від зеніту чи від горизонту здійснюється у меню ВЕРТИКАЛ Z_0/V_0 за допомогою клавіш F1 – Z_0 -ЗЕНИТ та F2 – V_0 -ГОРИЗОНТ;
- є режим відображення нахилу у відсотках (%);
- для переключення способу вимірювання вертикального кута потрібно:
- у режимі вимірювання кутів перейти на третю сторінку меню (C3), натискаючи клавішу «F4»;
- потім натиснути клавішу «F3» (V_0BK).

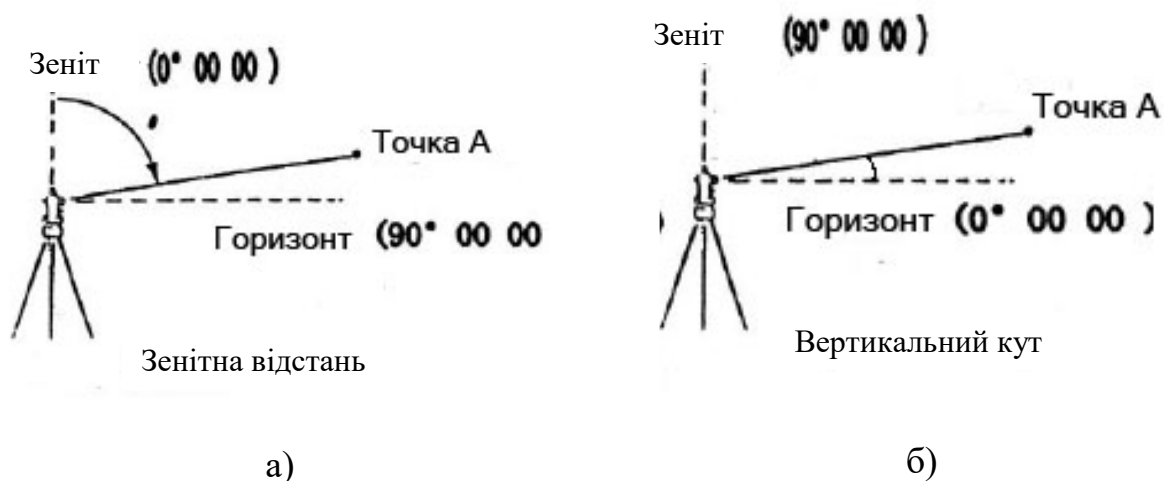


Рисунок 9.5 – Способи відліку вертикальних кутів:

а – зенітна відстань; б – вертикальний кут

При кожному натисканні клавіші «F3» змінюється спосіб відображення вертикального кута у градусах, або у відсотках.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Підготовка приладу до вимірювань.
4. Вмикання приладу та початок вимірювань.
5. Вимірювання кутів.
6. Вимірювання кута нахилу.
7. Результати вимірів та обчислені неув'язки.

Контрольні запитання

1. Як увімкнути режим вимірювання кутів?
2. З якою метою у приладі передбачено переключення горизонтальних кутів (право/ліво)? Перелічіть, у яких випадках його застосовують.
3. Охарактеризуйте порядок дій для вимірювання кута між двома марками.
4. Як встановити відлік горизонтального кута $0^{\circ}00'00''$? Чи можливо

встановити інше числове значення горизонтального кута як початку відліку?

5. Поясніть, як прилад визначає вертикальний кут у градусній мірі під час вимірювання горизонтального кута. Чи може цей кут відображатися у відсотках?

6. Як увімкнути режим вимірювання горизонтального кута методом повторень?

7. У яких випадках застосовують режим вимірювання горизонтального кута методом повторень?

8. Які значення надає прилад у результаті вимірювань горизонтального кута методом повторень?

9. Яке призначення звукового сигналу для відліків за горизонтальним колом, що кратні 90° ?

10. Як увімкнути режим відображення нахилу у відсотках?

11. Які системи відліку вертикальних кутів реалізовані у електронному тахеометрі South NTS-350R?

12. Як змінити спосіб відображення вертикального кута у градусах, або у відсотках?

Лабораторна робота № 10
Вимірювання відстаней за допомогою електронного тахеометра
SOUTH NTS-350R (4 години)

Мета роботи: навчитися виконувати вимірювання відстаней з використанням електронного тахеометра у безвідбивному режимі та у режимі з відбивачем.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, відбивачі.

Загальні відомості

Тахеометр NTS-350 (R) оснащений лазерним безвідбивним далекоміром. Діапазон роботи у режимі вимірювання відстаней становить 100–200 м залежно від умов вимірювань та характеру поверхні цілі. Швидке переключення між режимами вимірювань виконується за допомогою натискання клавіші ★, потім потрібно обрати режим вимірювання: ОТРАЖ, БЕЗОТР та ЛИСТ. Під час вимірювань у безвідбивному режимі і за відбиваючою пластиною постійна призми дорівнює нулю.

Не забувайте виконувати переключення між режимами, у протилежному випадку можна пошкодити далекомірний блок сильним відбитим сигналом!

Необхідно уникати вимірювань відстаней на ціль з високою відбивною власністю, як у інфрачервоному режимі, так і у безвідбивному режимі, в іншому разі виміри відстані будуть неточними.

Під час запуску вимірювань тахеометр вимірюватиме відстань між приладом, відцентрованим над точкою, та ціллю. Якщо у процесі вимірювання на шляху променя зустрічаються певні об'єкти (машини, сніг, дощ або туман), далекомір виміряє відстань до найближчого з об'єктів.

Під час вимірювання великих відстаней, лазерний промінь може відхилитися від лінії візування, що призведе до зменшення точності. Це спричинено тим, що точка випромінювання лазерного променя не збігається із точкою, яка наведена за допомогою сітки ниток. Тобто користувачу необхідно точно відрегулювати прилад, щоб лазерний промінь збігався із лінією візування.

Не проводьте вимірювань однієї і тої самої цілі двома приладами.

Для виконання точного вимірювання по призмі, потрібно встановити стандартний режим, тобто режим вимірювання на призму.

Під час вимірювання відстаней у безвідбивному режимі та за відбиваючою пластиною потрібно забезпечити безперешкодне проходження світлового променя.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з прийомами вимірювання відстаней:

– увімкнути режим вимірювання відстаней шляхом натискання клавіші

 (стрілка вниз ▼);

– зверніть увагу, що якщо далекомір працює, на екрані відображується символ «*»;

– на екран будуть виведені виміряні величини горизонтального кута (ГКп), горизонтального прокладання (D) та перевищення (h) (рис. 10.1, а);

– індикатор одиниць вимірювання м (метри), ф (фути) або д (дюйми) з'являється при кожному новому вимірі відстані;

– натисніть клавішу  знову, на екран будуть виведені значення горизонтального кута (ГКп), вертикального кута (ВК) та нахильної відстані (S), (рис. 10.1, б);

– натисканням клавішу  можна обирати порядок виведення на екран виміряних значень (ГКп, D, h) або (ВК, ГКп, S).

Встановлення режимів вимірів. Режими вимірів відстаней тахеометром серії NTS-350 такі:

– [F.S] – одиночний вимір;

Режим: вимірювання відстаней	Режим: вимірювання відстаней
ГКп: 170° 30' 20"	ВК: 90° 10' 20"
D: 235.343 м	ГКп: 170° 30' 20"
h: 36.551 м	S: 241.551 м
0° ГК ФіКС ВВІД C1 ↓	0° ГК ФіКС ВВІД C1 ↓
Зберегти Скинути	Зберегти Скинути

а)

б)

Рисунок 10.1 – Вимірювання відстаней

- [F.N] – повторні вимірювання, де N – кількість разів із усередненням;
- [T.R] – трекінг, тобто режим стеження;
- [F.R] – безперервні виміри з усередненням;
- наведіть на центр відбивача та натисніть клавішу для запуску вимірювань;
- натисніть клавішу [F2] (РЕЖИМ) для вибору режиму вимірювань: [F.S], [F.N], [T.R] або [F.R];
- встановить кількість вимірювань N, натиснувши клавішу [F3] (ПАРАМ).

Вибір одиниці вимірів. Одиниці вимірювання відстаней можна обирати за допомогою функціональних клавіш:

- переконайтесь, що обраний режим вимірювання відстаней метри / фути / дюйми;
- натисніть клавішу [F4] (C1↓), щоб перейти на сторінку 2;
- натисніть клавішу [F3] (м\ф\д), щоб змінити одиницю вимірювання відстаней.

Ця установка не залишиться збереженою у в пам'яті приладу після

вимикання живлення. Для збереження установки потрібно натиснути клавішу [F2] на сторінці 2/3 головного меню (рис. 10.2) та встановити одиниці вимірювань у меню УСТАНОВКИ.



Рисунок 10.2 – Перехід у меню УСТАНОВКИ

2. Вимірювання за допомогою лазера по відбиваючій пластині.

Відбиваюча пластина може також застосовуватись під час вимірювань відстаней лазером. Для отримання щонайвищої точності переконайтесь, що лазерний промінь є перпендикулярним відбиваючій пластині.

Завдання 1.

Виконати вимірювання електронним тахеометром у режимі з відбивачем задані викладачем горизонтальні кути та вертикальні кути.

Завдання 2.

Виконати вимірювання електронним тахеометром у режимі з відбивачем задані викладачем довжини та перевищення.

3. Вимірювання відстаней у безвідбивному режимі:

- переконайтесь, що лазерний промінь не відбивається від найближчих об'єктів з високою відбивною власністю;

- у процесі вимірювання відстаней далекомір вимірюватиме відстань до цілі, але якщо на його шляху зустрічаються деякі об'єкти, далекомір виміряє відстань до найближчого об'єкта;

- під час вимірювання великих відстаней лазерний промінь може відхилитися від лінії візування, що призведе до зменшення точності. Це

спричинено тим, що точка випромінювання лазерного променя не збігається із точкою, що наведена за допомогою сітки ниток, отже, потрібно точно відрегулювати прилад, щоб лазерний промінь збігався з лінією візування.

Завдання 3.

Виконати вимірювання електронним тахеометром у безвідбивному режимі задані викладачем горизонтальні кути та вертикальні кути.

Завдання 4.

Виконати вимірювання електронним тахеометром у безвідбивному режимі задані викладачем довжини та перевищення.

4. Робота у режимі розбивки.

У режимі «Розбивка» на екрані відображується різниця між виміряною та проектною відстанями. Для винесення у натуру можна обрати горизонтальне прокладання (D), або перевищення (h), або нахильну віддаленість (S).

- переконайтесь, що обраний режим вимірювання відстаней;
- натисніть клавішу [F4] (C1↓) у режимі вимірювання відстаней для переходу на сторінку 2;
- натисніть клавішу [F2] (РАЗБ.), у результаті на дисплеї відображаються данні, що були введені раніше;
- оберіть режим вимірювань за допомогою клавіш [F1]-[F3], [F1]-D, [F2]-h, [F3]-S. Наприклад, натисніть [F1]-D горизонтальне прокладання;
- введіть потрібне проектне значення відстані (наприклад, 350 м) та натисніть [F4] (ВВОД);
- наведіться на ціль (на відбивач) та розпочніть вимірювання;
- на екрані відобразиться поточне значення різниці виміряного та проектного значень;
- переміщуйте відбивач, щоб добитися мінімальної різниці виміряного та проектного значень, наприклад, 0 м.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Особливості вимірювання відстаней та основні вимоги.
4. Характеристика та призначення режимів вимірювання відстаней.
5. Результати проведених вимірювань.
6. Особливості роботи з приладом у режимі розбивки.

Контрольні запитання

1. Як увімкнути режим вимірювання відстаней?
2. Охарактеризуйте призначення та особливості режимів вимірювання: ОТРАЖ, БЕЗОТР та ЛИСТ.
3. Як запобігти пошкодження далекомірного блока відбитим сигналом?
4. Чому не можна проводити вимірювання однієї і тої самої цілі двома приладами?
5. Поясніть, як встановити режим вимірювання на призму. Для чого потрібний режим вимірювання на призму?
6. Поясніть, як можна обирати порядок виведення на екран вимірних значень (ГКп, D, h) або (ВК, ГКп, S), та для чого потрібно цей порядок змінювати?
7. Охарактеризуйте режими вимірів відстаней тахеометром та порядок встановлення потрібного режиму вимірювання відстані.
8. Як встановити повторні вимірювання відстані? Поясніть особливості результату вимірів, отриманих за цим режимом.
9. Як встановити режим стеження? Поясніть призначення цього режиму та особливості результату вимірів, отриманих за цим режимом.
10. Поясніть особливості та призначення режиму безперервних вимірів з усередненням.

11. Поясніть, як обрати одиниці вимірювання відстаней за допомогою функціональних клавіш.
12. Як обрані одиниці вимірювання відстаней зберегти у в пам'яті приладу після вимикання живлення?
13. Охарактеризуйте основні вимоги до застосування відбиваючої пластини під час вимірювань відстаней лазером.
14. Як встановити режим вимірювання електронним тахеометром у безвідбивному режимі?
15. Як встановити тахеометр у режим розбивки? Яке призначення та який порядок роботи у цьому режимі?

Лабораторна робота № 11

Визначення координат за допомогою тахеометра SOUTH NTS-350R

(2 години)

Мета роботи: навчитися виконанню робіт з тахеометром у режимі координат. Освоїти опрацювання результатів вимірювань, отриманих за допомогою електронного тахеометра

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, відбивач.

Загальні відомості

Для отримання координат невідомої точки потрібно перед початком вимірювань задати координати станції, тобто точки стояння приладу, та ввести значення висот приладу та відбивача (рис. 11.1).

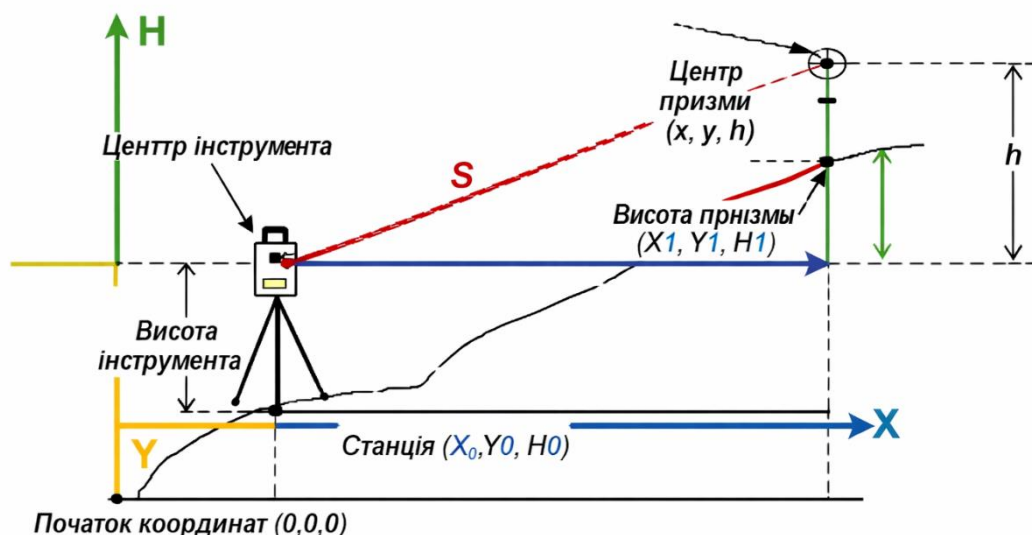


Рисунок 11.1 – Схема розташування обладнання

Координати шуканої точки обчислюються у такий спосіб:

$$X1 = X0 + x;$$

$$Y1 = Y0 + y;$$

$$H1 = H0 + B.ИНСТ + h - B.ОТР,$$

де $(X1, Y1, H1)$ – координати шуканої точки;

$(X0, Y0, H0)$ – координати станції;

(x, y, h) – координати центра призми щодо висоти приладу;

$B.ИНСТ$ – висота приладу;

$B.ОТР$ – висота призми;

h – різниця позначок (перевищення).

Координати центра приладу такі: $(X0, Y0, H0 + B.ИНСТ)$.

З рисунку 11.1 та наведених формул щодо обчислення шуканої точки впливає, що перед початком вимірювань потрібно задати координати станції $(X0, Y0, H0)$, висоту приладу $B.ИНСТ$, висоту відбивача $B.ОТР$ та орієнтирний напрям від відомого пункту S .

Порядок виконання роботи

1. Введення координат станції.

Якщо ввести координати станції, то прилад після виконання вимірювання автоматично розраховує та виводить на екран координати точки, які вимірюються, (цілі) відносно початку координат обраної системи (рис. 11.2).

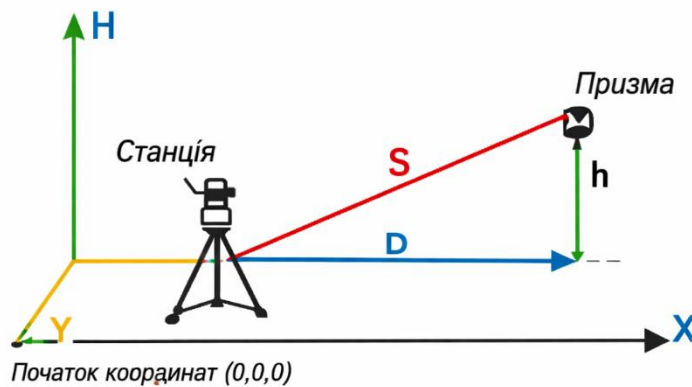


Рисунок 11.2 – Схема визначення координат шуканої точки

Порядок виконання дій такий:

- увімкніть режим координатних вимірювань шляхом натискання клавіші режиму координат  ;

- у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню та натисніть [F3] (СТАН);

- введіть значення координати X0 та натисніть клавішу [F4] ВВОД, діапазон значень становить $-99999999.9999 \leq X, Y, H \leq +99999999.9999$ метрів;

- аналогічно введіть значення координат Y0 та H0;

- поверніться до режиму координатних вимірювань.

2. Введення висоти приладу.

Попередньо висоту приладу потрібно виміряти. Введена висота приладу буде збережена навіть після вимикання його живлення.

Порядок виконання дій такий:

- у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню;

- натисніть [F2] (В.ИНС), поточне значення буде показано на дисплеї (рис. 11.3);

ПОТОЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ПРИЛАДУ	
ВИС. ПРИЛАДУ:	1.502 м
ВИС. ТОЧКИ:	0.000 м
НАЗАД	ВВІД

Рисунок 11.3 – Поточне значення висоти приладу

– введіть потрібне значення висоти приладу та натисніть клавішу [F4] (ВВОД), діапазон значень становить:

- $9999.9999 \leq \text{висота інструмента} \leq +9999.9999$ метрів;
- $9999.9999 \leq \text{висота інструмента} \leq +9999.9999$ футів;
- $9999.11.7 \leq \text{висота інструмента} \leq +9999.11.7$ футів і дюймів.

3. Введення висоти відбивача.

Цей режим застосовують для отримання значення координати Н. Висота відбивача буде збережена після вимикання живлення.

Порядок виконання дій такий:

– у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти на сторінку 2;

– натисніть [F1] (В.УСТ);

– на екрані відобразяться поточні значення;

– перемістить курсор у рядок «В.ОТР»;

– введіть значення висоти призми та натисніть клавішу [F4] (ВВОД), діапазон значень становить:

- $9999.9999 \leq \text{висота призми} \leq +9999.9999$ метрів;
- $9999.9999 \leq \text{висота призми} \leq +9999.9999$ футів;
- $9999.11.7 \leq \text{висота призми} \leq +9999.11.7$ футів і дюймів.

4. Виконання робіт у режимі координат.

Порядок виконання дій такий:

- ввести значення горизонтального кута за допомогою клавіатури;
- для цього оберіть режим кутових вимірювань шляхом натискання клавіші «ANG»;
- наведіть на ціль та натисніть клавішу [F3] (ВВОД);
- введіть потрібне значення горизонтального кута, застосовуючи клавіатуру (наприклад, 1500 10' 20''), та натисніть клавішу [F4] (ВВОД);
- встановіть вихідний дирекційний кут від відомої точки А;
- наведіть на ціль – на відбивач В та натисніть клавішу  ;
- щоб виконати вимір, натисніть [F1] (ИЗМР) (рис. 11.4).

X* (північ):	286.245 м
Y (схід):	76.233 м
Висота (H):	14.568 м 
ЗМІНИТИ РЕЖИМ	СЕРЕДНІЙ С1 ↓

Рисунок 11.4 – Результат вимірювання координат

5. Опрацювання результатів вимірювань.

Після виконання польових вимірювань у режимі координат необхідно здійснити опрацювання отриманих результатів з метою перевірки їх достовірності, точності та підготовки до подальшого використання.

Опрацювання результатів вимірювань містить такі етапи:

- аналіз отриманих координат точок (X, Y, H), що відображаються на екрані тахеометра;
- перевірку правильності введених вихідних даних (координат станції, висоти приладу та відбивача);

– оцінку відповідності отриманих результатів умовам виконання вимірювань;

– виявлення можливих грубих похибок вимірювань та їх усунення шляхом повторних спостережень;

– збереження результатів вимірювань у пам'яті приладу.

Отримані результати можуть бути передані до персонального комп'ютера за допомогою кабельного або бездротового з'єднання для подальшої обробки у спеціалізованому програмному забезпеченні.

Камеральне опрацювання результатів включає:

– імпорт вимірюваних даних у програмне середовище;

– перевірку повноти та коректності даних;

– обчислення уточнених координат точок;

– формування цифрових моделей місцевості або топографічних планів;

– підготовку вихідних файлів для подальшого використання у геоінформаційних системах або CAD-програмах.

У результаті опрацювання забезпечується отримання достовірних координат точок, придатних для вирішення інженерно-геодезичних, топографічних та кадастрових задач.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Опис схеми визначення координат шуканої точки.
4. Результати проведених вимірювань.

Контрольні запитання

1. Поясніть схему розташування обладнання на рисунку 11.1.
2. Поясніть схему визначення координат шуканої точки рисунок 11.2.
3. Поясніть, як увімкнути режим вимірювання координат?

4. Які попередні дії потрібно виконати перед вимірюванням координат потрібної точки?
5. Поясніть порядок введення координат станції. Як визначають координати станції для введення у прилад?
6. Поясніть, як прилад застосовує координати станції для обчислення координат вимірюваної точки.
7. Поясніть порядок введення висоти приладу. Як визначають висоту приладу для введення у прилад?
8. Поясніть, як прилад застосовує висоту приладу для обчислення координат вимірюваної точки.
9. Поясніть порядок введення висоти відбивача. Як визначають висоту відбивача для введення у прилад?
10. Поясніть, як прилад застосовує висоту відбивача для обчислення координат вимірюваної точки.
11. Поясніть порядок введення вихідного дирекційного кута від відомої точки. Як визначають вихідний дирекційний кут для введення у прилад?
12. Поясніть формули щодо обчислення координат вимірюваної точки.

Лабораторна робота № 12
Вимірювання відстаней із зміщенням за допомогою тахеометра
SOUTH NTS-350R (4 години)

Мета роботи: навчитися виконувати вимірювання відстаней із зміщенням за кутом, за відстанню та у площині з використанням відповідних режимів тахеометра.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, відбивачі.

Загальні відомості

Окрім основних режимів зйомки, тобто вимірювання кутів, відстаней та обчислення координат, дана серія тахеометрів має низку спеціальних програм, зокрема, це програми визначення висоти недоступного об'єкта, зміщення за кутом та відстанню, винесення точок на натуру, зворотна засічка, розрахунок площини та ін., що часто стають потрібними у процесі виконання геодезичних вимірів.

Порядок виконання роботи

1. Режим зміщення за кутом.

Цей режим застосовують у випадках, коли неможливо встановити відбивач безпосередньо на об'єкті вимірювань, наприклад у центрі дерева (рис. 12.1). Для виконання вимірювання потрібно розмістити відбивач у точці, що розташована на такій самій відстані від приладу, як і точка А0. Для отримання координат центра дерева потрібно скористатися режимом вимірювання із зміщенням.

Для цього перед початком виконання вимірювання потрібно ввести значення висоти приладу і відбивача. Причому, якщо потрібно виміряти

координати проєкції точки A_0 на землю, тобто точки A_1 , необхідно встановити висоту приладу і висоту відбивача. Якщо ж потрібно виміряти координати точки A_0 , потрібно встановити тільки висоту приладу, оскільки висота відбивача за умовчанням дорівнює 0.

Для того щоб тахеометр після виконання вимірювання автоматично розрахував та відобразив на екрані координати цілі, тобто точки, координати якої вимірюються, потрібно попередньо ввести координати станції (точки стояння).

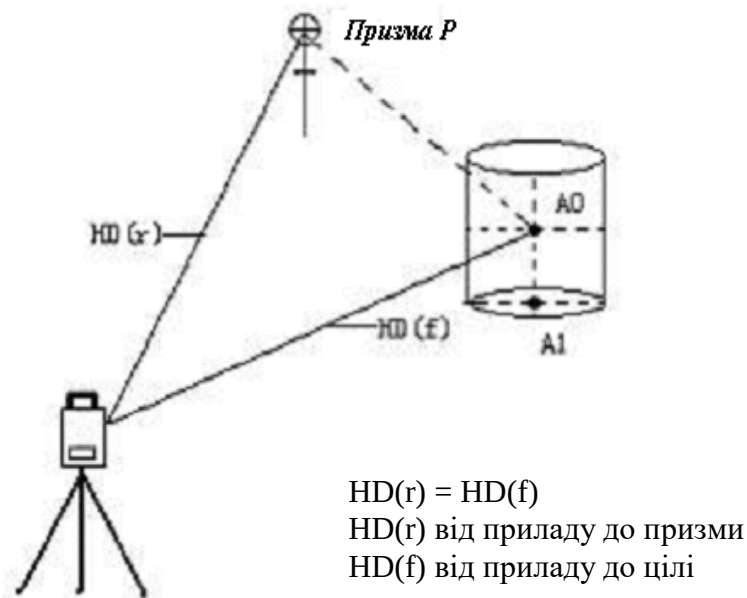


Рисунок 12.1 – Розташування обладнання щодо об’єкта вимірювання

Для виконання вимірювання у режимі зміщення за кутом виконайте наступні дії:

– увімкніть режим координатних вимірювань шляхом натискання клавіши режиму координат  ;

– у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню та натисніть [F3] (СТАН);

– введіть значення координати X_0 та натисніть клавішу [F4] ВВОД;

– аналогічно введіть значення координат Y_0 та H_0 ;

- повернутися у режим координатних вимірювань, щоб ввести координати станції (точки стояння);
- увімкніть режим вимірювання відстаней шляхом натискання клавіші  (стрілка вниз ▼);
- натисніть клавішу [F4] (C↓) у режимі вимірювання відстаней та перейдіть на сторінку 2;
- натисніть клавішу [F1] (СМЕЩ);
- натисніть клавішу [F1] (ПО УГЛУ);
- наведіть на призму Р та натисніть [F1] (ИЗМР), буде виміряне горизонтальне прокладання від приладу до призми (рис. 12.2);

ПО КУТУ	
ГКп:	170° 30' 20"
D:	547.339 м 
ДАЛІ	НАЗАД

Рисунок 12.2 – Вимірювання горизонтального прокладання від приладу до призми

- наведіть на точку А0, обернувши прилад у горизонтальній площині за допомогою мікрометричного гвинта ГК;
- натисніть клавішу  для виведення на екран значення відносного перевищення точки А0 (рис. 12.3);

ЗА КУТОМ	
ГКп:	170° 30' 20"
h:	2.328 м 
ДАЛІ	НАЗАД

Рисунок 12.3 – Вимірювання значення відносного перевищення точки A0

- натисніть клавішу  для виведення на екран значення нахиленої відстані;
- кожне натискання клавіші  по чергово виводить на екран виміряні значення D, h, або S;
- щоб побачити отримані координати точки A0, натисніть клавішу  ;
- для повертання у попередній режим натисніть клавішу [ESC].

2. Режим зміщення за відстанню.

Цей режим застосовують, якщо необхідно отримати відстань до центра водойма або дерева, або обчислити координати цього центра за відомим радіусом (зміщенням). Шукане значення відстані або координат точки P0 отримують, шляхом введення значення зміщення та проведення вимірювання на точку P1.

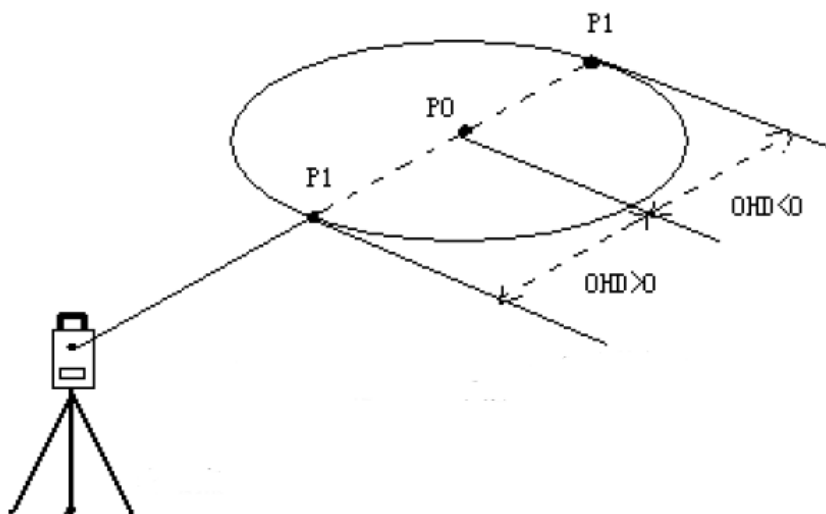


Рисунок 12.4 – Схема вимірювання із зміщенням за відстанню

Якщо вимірювана точка P1 знаходиться ближче до станції, ніж P0, координати якої потрібно визначити, величину зміщення D потрібно приймати додатною, а якщо далі – від’ємною.

Для виконання вимірювання у режимі зміщення за відстанню виконайте наступні дії:

- увімкніть режим координатних вимірювань шляхом натискання клавіші режиму координат  ;

- у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню та натисніть [F3] (СТАН);

- введіть значення координати X0 та натисніть клавішу [F4] ВВОД;

- аналогічно введіть значення координат Y0 та H0;

- поверніться у режим координатних вимірювань, щоб ввести координати станції (точки стояння);

- увімкніть режим вимірювання відстаней шляхом натискання клавіші  (стрілка вниз ▼);

- натисніть [F4] в режимі вимірювання відстані, щоб перейти на сторінку 2;

- натисніть клавішу [F1] (СМЕЩ) [F1];

- натисніть клавішу [F2] (ПО РАССТОЯНИЮ);

- введіть значення зміщення у метрах вліво або вправо;

- далі натисніть клавішу [F4] (ВВОД);

- введіть значення зміщення в метрах вперед або назад та натисніть клавішу [F4] (ВВОД);

- наведіть на відбивач P1 та натисніть [F1] (ИЗМР) для початку вимірювань (а якщо працює режим безперервних вимірювань, натисніть [F4], щоб закінчити вимір);

- після цього результат з доданим зміщенням буде показаний на дисплеї (рис. 12.5);

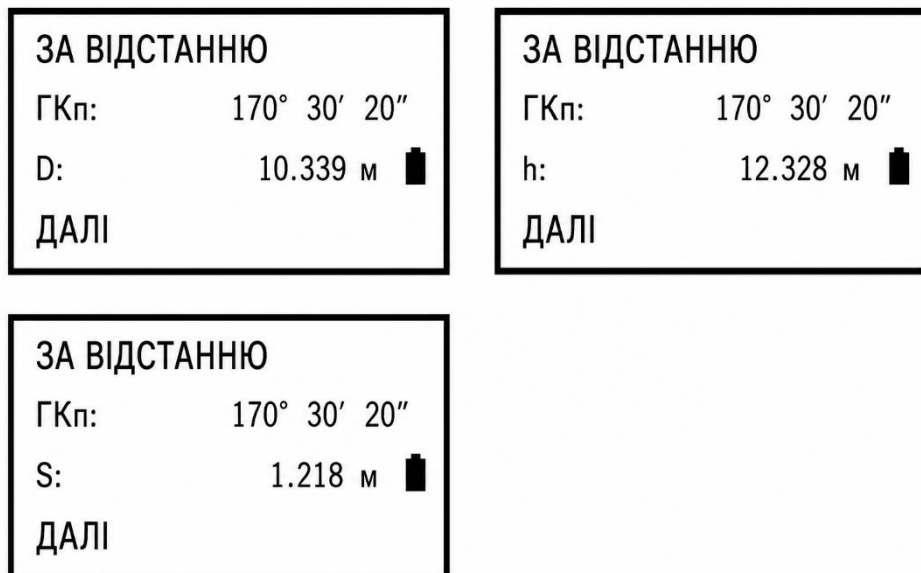


Рисунок 12.5 – Результати вимірювання із зміщенням за відстанню

– натисніть клавішу для виведення на екран значення відносного перевищення точки A0, а потім ще раз для виведення значення похилої відстані, кожне натискання цієї клавіші по чергову виводить на екран виміряні значення D, h, або S;

– щоб подивитись координати A0, натисніть клавішу режиму координат ;

– для повертання у попередній режим натисніть клавішу [ESC].

3. Режим зміщення у площині.

Цей спосіб вимірювань застосовують, якщо неможливо виконати прямий вимір, наприклад, визначити координати або відстань до краю площини.

Передусім, потрібно задати розташування площини у просторі. Для цього потрібно виконати виміри на 3 будь-які точки на цій площині (P1, P2, P3). Далі потрібно виконати вимірювання на шуканий пункт P0. Прилад автоматично розрахує та відобразить на дисплеї значення координат та відстань до точки перетину лінії візування та цієї площини.

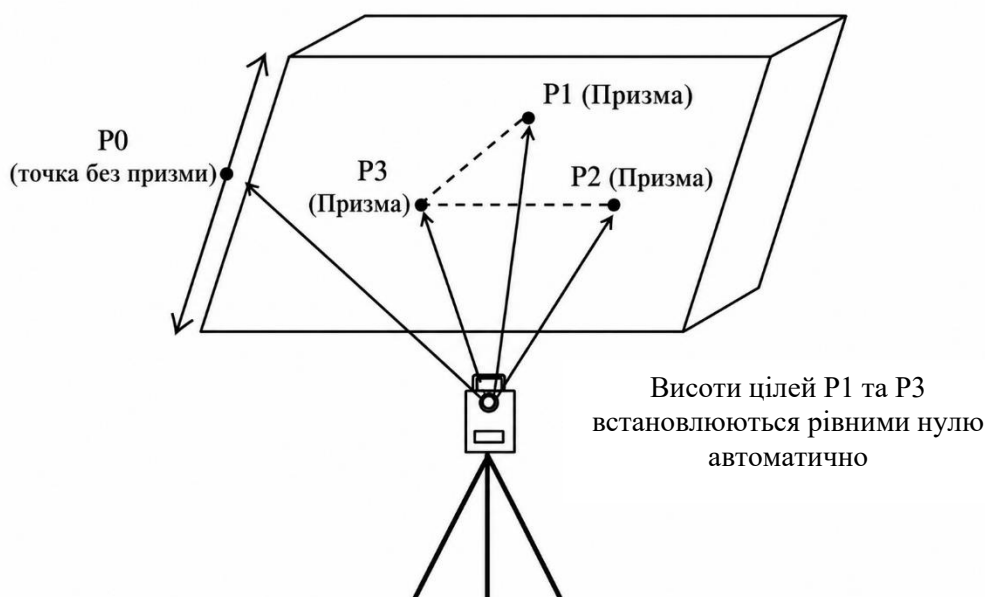


Рисунок 12.6 – Схема вимірювання із зміщенням у площині

Шуканою точкою є точка P0. Висоти призм P1, P2, P3 автоматично встановлюються на 0. Для виконання вимірювання у режимі зміщення у площині виконайте:

- увімкніть режим координатних вимірювань шляхом натискання клавіші режиму координат  ;

- у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню та натисніть [F3] (СТАН);

- введіть значення координати X0 та натисніть клавішу [F4] ВВОД;

- аналогічно введіть значення координат Y0 та H0;

- поверніться у режим координатних вимірювань, щоб ввести координати станції (точки стояння);

- увімкніть режим вимірювання відстаней шляхом натискання клавіші  (стрілка вниз ▼);

- натисніть [F4] у режимі вимірювання відстаней, щоб перейти до 2-ї сторінки;

- натисніть [F1] (СМЕЩ) [F1];

- натисніть [F3] (ПО ПЛОСКОСТИ);

- наведіть на призму (P1) та натисніть [F1] (ИЗМР) (якщо працює режим безперервних вимірів, натисніть [F4] щоб закінчити вимір);
- після вимірювань на дисплеї буде показаний запит на виконання вимірювань за другою точкою;
- аналогічно виконайте вимірювання на другу та третю точки;
- прилад розрахує та виведе на дисплей координати і відстань до точки перетину лінії візування та цієї площини;
- наведіть на точку P0, на екрані відобразяться результати вимірювань на точку P0;
- натисніть клавішу  для виведення на екран похилої відстані до точки P0;
- натисніть клавішу  щоб вивести на екран координати точки P0;
- для повертання у попередній режим натисніть клавішу [ESC].

4. Визначення центра колони (схована точка).

Якщо потрібно виконати вимір на точку P1, що розташована по центру зовнішньої окружності колони, то можна виконати виміри на точки P2 та P3, які лежать на периферії зовнішньої окружності колони, та визначити відстань до центра колони, а також координати і кут (рис. 12.7).

Кут центра колони дорівнює 1/2 повного кута, що утворений напрямленнями на точки P2 і P3.

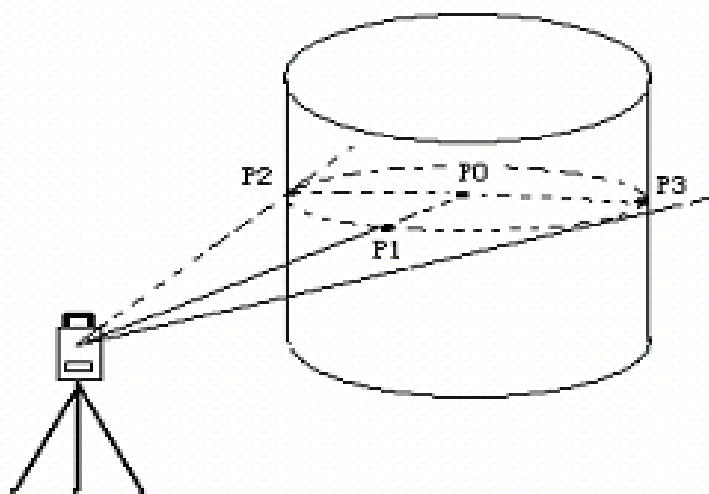


Рисунок 12.7 – Схема визначення центра колони

Для виконання вимірювання у режимі визначення центра колони виконайте:

- увімкніть режим координатних вимірювань шляхом натискання клавіші режиму координат  ;

- у режимі координатних вимірювань натисніть [F4] (C1↓), щоб перейти до 2-ї сторінки меню та натисніть [F3] (СТАН);

- введіть значення координати X0 та натисніть клавішу [F4] ВВОД;

- аналогічно введіть значення координат Y0 та H0;

- поверніться у режим координатних вимірювань, щоб ввести координати станції (точки стояння);

- увімкніть режим вимірювання відстаней шляхом натискання клавіші  (стрілка вниз ▼);

- натисніть [F4] у режимі вимірювання відстаней, щоб перейти до 2-ї сторінки;

- натисніть [F1] (СМЕЩ);

- натисніть [F4] (ПО КОЛОНЕ);

- наведіть на точку P1, що розташована по центру зовнішньої окружності колони, та натисніть [F1] (ИЗМР);

- після вимірювання з'явиться запрошення виконати вимірювання на точку P2 з лівої сторони колони;

- наведіть на точку P2 та натисніть [F4] (УСТ), щоб завершити вимірювання;

- після вимірювання з'явиться запрошення виконати вимірювання на точку P3 з правої сторони колони;

- наведіть на точку P3 та натисніть [F4] (УСТ);

- після закінчення вимірювання буде показано значення горизонтального прокладання між приладом та центром колони P0;

- натисніть клавішу  для виведення на екран похилої відстані до точки P0;

- натисніть клавішу  щоб вивести на екран координати точки P0;
- для повернення у попередній режим натисніть клавішу [ESC].

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Призначення режиму зміщення за кутом, пояснення схеми вимірів та результати вимірів.
4. Призначення режиму зміщення за відстанню, пояснення схеми вимірів та результати вимірів.
5. Призначення режиму зміщення у площині, пояснення схеми вимірів та результати вимірів.
6. Призначення режиму визначення центра колони, пояснення схеми вимірів та результати вимірів.

Контрольні запитання

1. Як увімкнути режим вимірювання відстаней?
2. У яких випадках застосовують режим зміщення за кутом?
3. Поясніть схему вимірювань у режимі зміщення за кутом.
4. Які попередні дії потрібно виконати перед застосуванням режиму вимірювання відстаней із зміщенням?
5. Як відрізнятимуться результати вимірів у режимі зміщення за кутом, якщо виміряти координати точки A0 та точки A1 на рисунку 12.1?
6. Поясніть, з якою метою застосовують режим координатних вимірювань? Як його увімкнути?
7. Поясніть, як ввести координати станції. Для чого їх потрібно вводити?
8. Як налаштувати тахеометр на вимірювання у режимі зміщення за кутом?
9. Поясніть порядок дій для виведення на екран значення горизонтального прокладання точки A0 на рисунку 12.1.

10. Поясніть, порядок дій для виведення на екран значення відносного перевищення точки A0 на рисунку 12.1.
11. Поясніть, порядок дій для виведення на екран значення нахиленої відстані точки A0 на рисунку 12.1.
12. Поясніть, порядок дій для виведення на екран координат точки A0.
13. У яких випадках застосовують режим зміщення за відстанню?
14. Поясніть схему вимірювань у режимі зміщення за відстанню.
15. Як потрібно діяти залежно від того, чи знаходиться вимірювана точка P1 ближче до станції за точку P0, або далі точки P0.
16. Поясніть порядок введення координат станції.
17. Поясніть порядок виконання вимірів у режимі зміщення за відстанню.
18. Охарактеризуйте результати вимірів, отримані у режимі зміщення за відстанню.
19. У яких випадках застосовують режим зміщення у площині?
20. Поясніть схему вимірювань у режимі зміщення у площині.
21. Поясніть, як налаштувати тахеометр на вимірювання у режимі зміщення у площині.
22. Поясніть порядок виконання вимірів у режимі зміщення у площині.
23. Охарактеризуйте результати вимірів, отримані у режимі зміщення у площині.
24. Поясніть схему вимірювань у режимі визначення центра колони.
25. Які результати дає режим вимірів під час визначення центра колони?
26. Поясніть порядок дій для виведення на екран тахеометра координат точки P0 на рисунку 12.7.
27. Поясніть, як увімкнути режим визначення центра колони.
28. Поясніть порядок дій для отримання значення похилої відстані до точки P0 на рисунку 12.7.

Лабораторна робота № 13

Робота із файлами у пам'яті тахеометра SOUTH NTS-350R (4 години)

Мета роботи: вивчення функцій меню «Пам'ять» та форматів файлів тахеометра, оволодіння прийомами роботи із файловими даними тахеометра, вміння налаштовувати параметри з'єднання із комп'ютером та здійснювати передачу даних.

Обладнання: електронний тахеометр SOUTH NTS-350R, штатив, геодезична розтяжка, геодезичні марки, відбивач.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення меню «Пам'ять».

Щоб увімкнути режим роботи з пам'яттю треба увійти в меню та обрати пункт пам'ять, скориставшись клавішею F3. Меню ПАМ'ЯТЬ (рис. 13.1) містить три сторінки та низку пунктів. Роздивиться меню ПАМ'ЯТЬ (рис. 13.2) та вивчить можливі дії із файлами, зокрема, найважливіші, що належать обміну даними з комп'ютером.



Рисунок 13.1 – Увімкнення режиму «Пам'ять»

Отже, на трьох сторінках ПАМ'ЯТЬ містяться такі пункти (рис. 13.2):

- ОГЛЯД ФАЙЛІВ – перевірка кількості збережених даних та обсягу вільної пам'яті;
- ПОШУК ДАНИХ – пошук записаних даних;
- КЕРУВ ФАЙЛАМИ – зміна імені файлу / видалення файлів / створення нового файлу / редагування файлу;

– ВВЕД КООРД – введення вручну та збереження координат точок у файл координат;



Рисунок 13.2 – Можливі дії із файлами тахеометра

– ВИДАЛ КООРД: видалення координат з координатного файлу;

– ВВЕД Т-КОДУ: введення кодів у бібліотеку топокодів;

– ПЕРЕДАЧА ДАН: передача даних вимірювань, корд. даних, бібліотек топокодів / приймання корд. даних, бібліотек топокодів / встановлення параметрів з'єднання;

– ВИДАЛИТИ: видалення усіх даних, файлів та бібліотек кодів;

– ОЧИСТ ПАМ'ЯТЬ: форматування внутрішньої пам'яті.

2. Обмін даними

Можна передавати дані, що збережені у внутрішній пам'яті, безпосередньо на комп'ютер. Також можна завантажувати у внутрішню пам'ять з комп'ютера файли даних координат та бібліотеки топокодів.

Виконайте такі дії:

– увімкніть меню передачі даних натисканням клавіші F1 на 3-й сторінці меню пам'яті (рис. 13.3);

– під час передачі даних перевірте правильність з'єднання кабелю та налаштування для передачі даних, як у комп'ютері, так і у тахеометрі, та при передачі даних у пам'ять тахеометра переконайтесь, що пам'яті достатньо для прийняття цих даних;

– у режимі передачі даних натисніть клавішу F3 (параметри порту);

– далі натисніть клавішу F1 (ШВИДКІСТЬ), потім натисніть F1 (ДОБ) або F2 (МИН.SH), оберіть 4800 та натисніть клавішу [F4] (ОК);

– щоб відмінити установку, застосуйте клавішу ESC;

– для встановлення протоколу обміну даними натисніть клавішу F2 (ПРОТОКОЛ);

– оберіть потрібний пункт натисканням клавіши F1 (ПІДТ/СИГН) або F2 (ОДНОСТОР);

– далі натисніть клавішу F4 (ОК) та поверніться у попереднє меню;

– для встановлення контролю парності натисніть клавішу F3 (ПАРНІСТЬ), оберіть потрібний пункт натисканням відповідної клавіши F1 або F2, далі натисніть клавішу F4 (ОК);

– поверніться у попереднє меню;

– для передачі даних на сторінці 3/3 меню ПАМ'ЯТЬ натисніть клавішу F1 (ПЕРЕДАЧА ДАН);

– оберіть формат передачі даних: F1 - NTS300 або F2 - NTS600;

– натисніть клавішу F1 (ПЕРЕДАТИ) та оберіть тип даних натисканням клавіши F1 (ДАН ВИМІР);

– уведіть ім'я файлу, який потрібно передати, та натисніть F4 (ВВОД), або F2, щоб отримати список файлів з внутрішній пам'яті;

– щоб почалась передача даних, натисніть F4 (ДА).

3. Вивчення форматів файлів даних. Порядок виконання дій такий:

– змінить назву проекту (JOB – назва проекту);

– визначте версію та серійний номер приладу (INST);

– встановіть потрібну одиницю вимірювання – метри / фути, градуси, гони, мілі (UNITS);

– визначте номер точки станції, висоту приладу, код станції (STN);

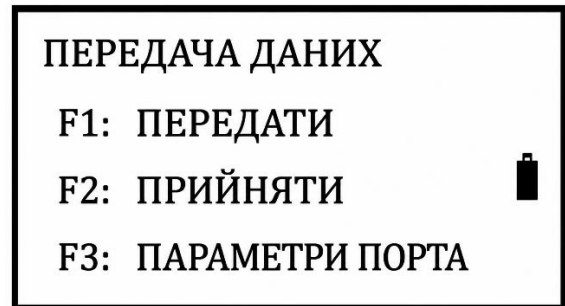


Рисунок 13.3 – Третя сторінка меню пам'яті

– перейдіть до пункту, де містяться результати вимірювання координат (XYZ), та переконайтесь, що X – північ, Y – схід, H – висота;

– номер задньої точки, висоту відбивача, код задньої точки (BS);

– визначте номер пікету, висоту відбивача, код номера пікету (SS);

– визначте позначення HV (HA – горизонтальний кут, VA – вертикальний кут та SD (S – похила відстань);

– збережені у приладі дані станції мають вигляд: **1 (235SV) 1.500**, що означає наступне: 1 – номер точки (станції), (235SV) – код, 1.500 – висота приладу;

– збережені у приладі дані вимірювання кутів мають такий вигляд:

+9 <3283639+3310927-0058d014_*56_,5.869, що означає: номер точки 9, < – символ режиму кута вимірювання, 3283639 – вертикальний кут = $328^{\circ}36'39''$, +3310927 – горизонтальний кут = $331^{\circ}09'27''$, -0058 – компенсація нахилу становить $00'58''$, d – одиниця вимірювання кута d – градуси, 014 – код контролю блока = 014, *56 – код = 56, 5.869 – висота відбивача = 5,689 м;

– збережені у приладі результати вимірів горизонтального прокладання D мають такий вигляд:

+10 R+00000032m3380049+3310926d+00000080t00+00+00000_*56_,5.869, що означає: +10 – номер точки; R+ – символ вимірювання відстані; 00000032 – горизонтальне прокладання D = 0,032 м; m – одиниця вимірювання – метр; 3380049 – вертикальний кут = $338^{\circ}00'49''$; +3310926 – горизонтальний кут = $331^{\circ}09'26''$; d – одиниці вимірювання кутів; 00000080 – перевищення = 0,080 м; t – компенсатор (t увімкнений, * вимкнений); 00+00 – атмосферна поправка = 00; +00 – постійна призми = 00; 000_ – код контролю блока = 000; *56_ – код = 56; 5.869 – висота відбивача = 5,869 м;

– збережені у приладі результати вимірів похилої відстані мають такий вигляд:

+12?+00000087m3380055+3310925d+00000033t+00+00063_*56_,5.869, що означає наступне: _+12 – номер точки 12; _? – символ вимірювання похилої відстані; +00000087 похила відстань = 0,087 м; m – одиниця вимірювання – метр;

3380055 – вертикальний кут = $338^{\circ}00'55''$; +3310925 – горизонтальний кут = $331^{\circ}09'25''$; d – одиниці вимірювання кутів; +00000033 – горизонтальне прокладання D = 0,033 м; t – компенсатор (t увімкнений, * вимкнений); +00 – атмосферна поправка = 00; 00 – постійна призми = 00; 063 – код контролю блока = 063; *56 – код = 56; 5.869 – висота відбивача = 5,869 м;

– збережені у приладі результати координатних даних мають такий вигляд:

_+11_U+00003078509+00003743538+00005331546m+3310925d086_*56_,5.869,
що означає: +11 – номер точки; U – символ режиму координат; 00003078509 – X = 3078,509 м; 00003743538 – Y = 3743,538 м; 00005331546 – H = 5331,546 м; m – одиниця вимірювання – метр; 3310925 – горизонтальний кут = $331^{\circ}09'25''$; d – одиниця вимірювання кутів; 086 – код контролю блока; *56 – код = 56; 5.869 – висота відбивача = 5,869 м;

4. Завантаження даних.

Координати точок, бібліотеки топокодів та дані трас можна завантажити із комп'ютера:

– перейдіть на сторінку 3/3 меню ПАМ'ЯТЬ та натисніть клавішу F1 (ПЕРЕДАЧА ДАН);

– оберіть формат передачі даних, для чого натисніть F1 (NTS300) або F2 (NTS600);

– натисніть клавішу F2 (ПРИНЯТЬ) та оберіть тип даних F1 (ДАН КООРД);

– уведіть ім'я файлу, який потрібно отримати з комп'ютера;

– натисніть F4 (ВВОД), та ще раз F4 (ДА), щоб почалось завантаження файлу.

5. Видалення даних.

Цю функцію застосовують для очистки внутрішньої пам'яті. Можна видалити наступні данні. УСІ ФАЙЛИ – видалення з пам'яті усіх координатних файлів та файлів вимірювань, УСІ ДАНІ – видалення з файлів усіх даних координат та даних вимірювань. Пусті файли залишаються для наступних проєктів. Функція УСІ ТОПОКОДИ видаляє усі коди.

Порядок виконання дій такий:

- перейдіть на сторінку 3/3 меню ПАМ'ЯТЬ та натисніть клавішу F3 (ОЧИСТ. ПАМ'ЯТІ);
- оберіть дані для видалення натисканням клавіши F2 (УСІ ДАНІ);
- натисніть F4 (ДА) для підтвердження або F3 (НЕТ), щоб відмінити;
- після натискання клавіши F4 розпочнеться процес ініціалізації пам'яті;
- поверніться у попереднє меню.

Зауважимо, що координати станції, висоти приладу та відбивача не обнуляються навіть у результаті виконання ініціалізації.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Характеристика меню ПАМ'ЯТЬ.
4. Особливості обміну даними з комп'ютером.
5. Характеристика форматів файлів даних тахеометра.
6. Особливості видалення даних з пам'яті тахеометра.

Контрольні запитання

1. Поясніть, як увімкнути режим роботи з пам'яттю?
2. Охарактеризуйте можливі дії із файлами, що містить пам'ять тахеометра.
3. Охарактеризуйте можливості обміну даними з комп'ютером.
4. Поясніть, чи дозволяється введення вручну та збереження координат точок у файл координат.
5. Поясніть порядок введення та збереження координат точок у файл координат.
6. Поясніть особливості подання інформації у файлі координат.
7. Поясніть порядок та особливості форматування внутрішньої пам'яті тахеометра.

8. Поясніть як увімкнути режим передачі даних, що збережені у внутрішній пам'яті, на комп'ютер.
9. Поясніть як увімкнути режим передачі даних з комп'ютера у внутрішню пам'ять тахеометра.
10. Поясніть як визначити обсяг вільної пам'яті тахеометра.
11. Охарактеризуйте можливість та особливості налаштування параметрів передачі даних.
12. Поясніть особливості подання інформації у файлі даних щодо вимірювання відстані.
13. Поясніть порядок встановлення потрібної одиниці вимірювання відстані. Які одиниці вимірювання можна застосовувати?
14. Поясніть порядок встановлення потрібної одиниці вимірювання кутів. Які одиниці вимірювання можна застосовувати?
15. Поясніть, як визначити номер точки станції, висоту приладу та код станції.
16. Поясніть особливості подання інформації у файлі даних щодо вимірювання кутів.
17. Поясніть, які буквені позначення застосовані у приладі для горизонтального кута, вертикального кута та для похилої відстані.
18. Поясніть, яким чином у тахеометрі організована нумерація точок?
19. Поясніть, навіщо у результаті виконання ініціалізації не обнуляються координати станції, висоти приладу та відбивача?
20. Поясніть, якщо координати станції, висоти приладу та відбивача не обнуляються у результаті виконання ініціалізації, то як можна змінити ці дані?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Лабораторна робота № 14

Ознайомлення з комплектом приймача GNSS ZENO20 (2 години)

Мета роботи: вивчення будови, правил безпеки, особливостей налаштування та використання комплекту приймача GNSS Zeno20.

Обладнання: комплект приймача GNSS Zeno20, керівництво користувача.

Призначення приладу

Приймач GNSS Zeno20 є радіоприймальним пристроєм, що призначений для визначення географічних координат розташування антени приймача на основі даних про часові затримки надходження радіосигналів, випромінюваних супутниками групи NAVSTAR, передачі даних та віддаленого управління.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення із зовнішнім виглядом та конструктивними елементами приладу Leica Zeno 20.

Попередньо ознайомтесь з Керівництвом користувача, що розташоване на карті пам'яті USB з документацією, яка входить у комплект.

Правила безпеки.

Близькість приладу до тіла людини може причинити шкоду здоров'ю, тому віддаляйте прилад щонайменше на 10 мм від тіла.

Прилад потрібно захищати від вібрацій та ударів. Після тривалого зберігання прилад потребує тестування.

Живлення прилада Leica Geosystems здійснюється літійовими батареями, що у певних умовах можуть представляти небезпеку, зокрема, нагріватися й займатися.

Перед першим використанням приладу батарею потрібно зарядити.

Батареї, силові адаптери і док-станції не можна застосовувати в умовах надто високих та низьких температур при підвищеній вологості. При намоканні приладу можливий удар електричним током. Тому застосування цих пристроїв можливе тільки в сухих приміщеннях та усередині транспортних засобів. Якщо прилади намокнуть, то їхнє подальше використання є недопустимим.

USB накопичувач Leica Geosystems містить системне програмне забезпечення та не призначений для постійної передачі, зокрема, для збереження результатів виміру.

Складові приладу Zeno 20 наведені на рисунку 14.1.



Рисунок 14.1 – Компоненти пакету Zeno 20: а – будова Zeno 20 Android або Zeno 20 Windows Embedded Handheld; б – акумулятор, що перезаряджається; в – ємнісний стилус; г – ремінь для перенесення; д – кабель передачі даних; е – мережевий адаптер; ж – керівництво користувача; з – накопичувач USB із програмним забезпеченням та документацією

Прилад має USB порт, що передбачає стандартна комплектація, а також внутрішню пам'ять обсяг якої становить 4 ГБ. Також прилад обладнаний слотом для зчитування карти мікроSDHC, максимальний обсяг пам'яті якої становить 32 ГБ. На лицевій стороні приладу Zeno 20 розташовані внутрішня антена і плата Глобальної навігаційної супутникової системи GNSS, роз'єм для підключення зовнішньої антени GNSS, дисплей, клавіатура, світлодіодні індикатори та мікрофон (рис. 14.2).

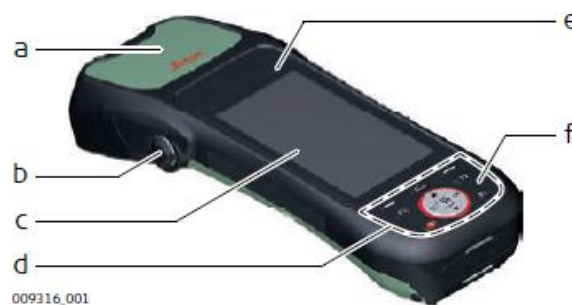


Рисунок 14.2 – Лицева сторона приладу Zeno 20: а – внутрішня антена і плата GNSS; b – роз'єм для підключення зовнішньої антени GNSS; c – дисплей; d – клавіатура; e – світлодіодні індикатори; f – мікрофон

На задній панелі приладу Zeno 20 (рис. 14.3) розташовані утримувач для ремня, камера, динамік, відсік, у якому слоти для акумулятора, SIM-карти та SD-карти, важіль для відкриття акумуляторного відсіку, фіксатор ремня.



Рисунок 14.3 – Задня панель приладу Zeno 20: а – утримувач для ремня; b – камера із спалахом; c – динамік; d – відсік із слотами акумулятора, SIM-карти та SD-карти; e – важіль для відкриття акумуляторного відсіку; f – фіксатор ремня

На нижній панелі приладу Zeno 20, що наведена на рисунку 14.4, розташовані порт USB A та порт Micro USB, який також застосовується як роз'єм живлення.

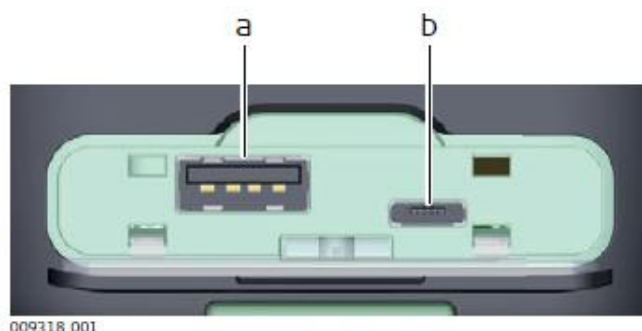


Рисунок 14.4 – Нижня панель Zeno 20: а – порт USB A; b – порт Micro USB

На рисунку 14.5 наведено будову акумуляторного відсіку, у якому знаходяться контакти акумулятора, а також слоти для карти SIM і карти SDHC.



Рисунок 14.5 – Акумуляторний відсік: а – контакти акумулятора;
b – слот для карти SIM; c – слот для карти SDHC;
d – засувка для витягнення акумулятора

На рисунку 14.6 показано розташування світлодіодних індикаторів.



Рисунок 14.6 – Світлодіодні індикатори: а – індикатор акумулятора;
b – індикатор GPS

2. Вивчення клавіатури та функцій клавіш приладу Leica Zeno 20.

Розташування функціональних клавіш приладу Leica Zeno 20 показано на рисунку 14.7.



Рисунок 14.7 – Розташування
функціональних клавіш

Функції клавіш приладу Leica Zeno 20:

- a – клавіша Home;
- b – ліва сенсорна клавіша;
- c – клавіша переміщення уверх;
- d – клавіша F1;
- e – клавіша управління камерою;
- f – клавіша живлення;
- g – права сенсорна клавіша;
- h – клавіша F2;
- i – клавіша OK;
- j – клавіша Satellite/GNSS;
- k – клавіша F3;
- l – клавіша переміщення униз.

Характеристика функцій клавіш приладу Leica Zeno 20 наведена у таблиці 14.1.

Таблиця 14.1 – Характеристика функціональних клавiш приладу Leica Zeno 20.

Клавiша	Функція (КПК Windows)	Функція (Android)
1	2	3
 Клавiша живлення	Вмикання живлення, припинення та поновлення роботи	Вмикання живлення, припинення та поновлення роботи
 Сенсорна клавiша перемiщення курсора улiво	Улiво	Назад
 Клавiша Home (на головний екран)	На головний екран (повернення у головне меню)	На головний екран (повернення у головне меню)
 Сенсорна клавiша перемiщення курсора управо	Управо	Меню
 Клавiша OK	OK	OK
 Клавiша управлiння супутниковою навігацiйною системою/GNSS	Вимiряти у Zeno Field	Вимiряти у Zeno Mobile
 Клавiша перемiщення курсора уверх	Уверх	Уверх
 Клавiша перемiщення курсора униз	Униз	Униз

Продовження таблиці 14.1

1	2	3
 Клавiша управління камерою	Натиснути для відкриття застосунку камери. Якщо застосунок камери відкритий, натиснути для виконання зйомки	Натиснути для відкриття застосунку камери. Якщо застосунок камери відкритий, натиснути для виконання зйомки
 F1	Гарячі клавiши, що програмуються	Гарячі клавiши, що програмуються
 F2		
 F3		

Застосування клавiши живлення.

Якщо прилад Zeno 20 вимкнений, для вмикання приладу треба затиснути клавiшу живлення протягом 5 с.

Якщо прилад Zeno 20 увiмкнений, то:

– для переведення приладу у режим очiкування натиснiть клавiшу живлення та утримуйте її не бiльше 4 с. Повторне натискання клавiши живлення повертає прилад до нормального режиму роботи;

– щоб розкрити меню, яке розкривається, затиснiть клавiшу живлення щонайменше на 4 с.

Меню, що розкривається, мiстить опцiї, що наведенi у таблицi 14.2.

Таблиця 14.2 – Опцiї меню, що розкривається

КПК iз вбудованою системою Microsoft Windows	Android
1	2
– Вимкнення живлення	– Вимкнення живлення
– Часткове перезавантаження	– Перезапуск

Продовження таблиці 14.2

1	2
– Повне перезавантаження	– Режим роботи у польоті (цей режим призупиняє багато функцій приладу, що здійснюють передачу сигналів)
Для виходу з меню, що розкривається, та повернення до нормального режиму роботи треба обрати команду Cancel	– Гучність: безшумний, з вібрацією або нормальний режим
	Для виходу з меню, що розкривається, та повернення до нормального режиму роботи треба натиснути сенсорну клавішу переміщення курсора уліво

3. Встановлення та зарядка акумулятора

Зауважимо, що перед першим використанням приладу потрібно зарядити батарею. На рисунку 14.8 наведено покрокову інструкцію встановлення та зарядки батареї приладу. Покладіть Zeno 20 на сталу поверхню задньою стороною уверх та зсуньте важіль фіксації акумуляторного відсіку у положення «розблоковано», відкрийте та зніміть кришку відсіку.

Вставте акумулятор в відсік контактами уверх до клацання та встановите на місце кришку відсіку, рухаючи її знизу уверх. Закрийте кришку до клацання, при цьому важіль фіксації має повернутись у положення «заблоковано». Зауважимо, що стандарт захисту IP67 забезпечується тільки при правильному встановленні акумуляторного відсіку.

Приєднайте мережевий адаптер AZ209 до Zeno 20 та до сітьової розетки, щоб зарядка почалась. Необхідно застосовувати тільки зарядний пристрій, що входить у комплект поставки Zeno 20. Якщо прилад Zeno 20 застосовується вперше, треба дочекатись повної зарядки акумулятора, яка триває біля 6 годин.

Заміна відпрацьованого акумулятора.

Акумулятор можна замінити під час роботи приладу. Для цього

передбачена можливість зняття відпрацьованого акумулятора та заміни його зарядженим акумулятором без повного вимикання приладу. Треба перевести прилад у режим енергозбереження, витягнути відпрацьований акумулятор, замінити його зарядженим та поновити нормальну роботу приладу.

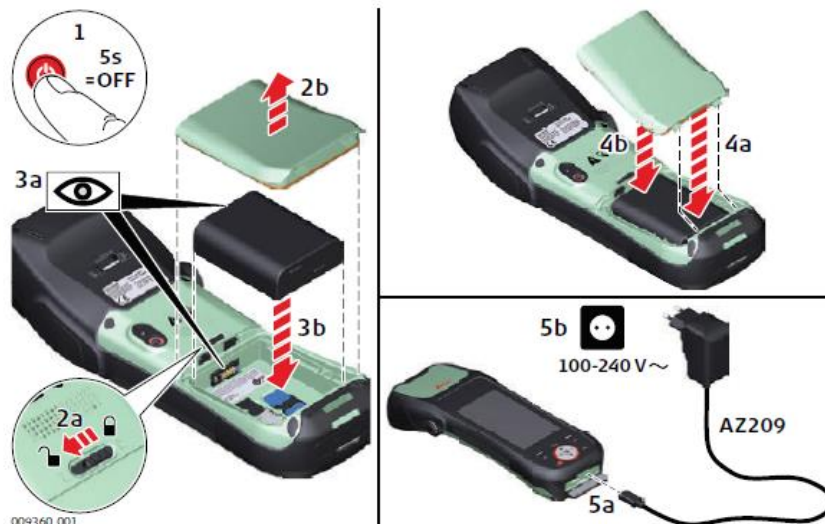


Рисунок 14.8 – Порядок дій щодо встановлення та зарядки батареї

4. Встановлення та витягнення SIM карти і SD карти.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ:

Переконайтесь, що у момент, коли ви торкаєтесь до карти CPU, немає статичного заряду.

Закріплюйте еластичний ремінь, коли прилад тримаєте у руках.

Усі електронні компоненти зберігайте на поверхні або в сумці, від якої відводиться статичний заряд. Перед відкриттям приладу та роботою з SIM-картою або SD-картою потрібно видалити статичний заряд.

Порядок дій при встановленні та витягненні SIM-карти або SD-карти показано на рисунку 14.9.

SIM-карта і SD-карта розташовані у слотах, що знаходяться у акумуляторному відсіку приладу Zeno 20. Для встановлення SIM-карти та SD-карти спочатку вимкніть Zeno 20, зсуньте запірний важіль на задній стінці Zeno 20 у положення «розблоковано» та зніміть кришку акумуляторного відсіку. Витягніть акумулятор.

Вставте SIM-карту у правий слот. Вставте SD-карту у лівий слот. Карта вставляється контактами вперед.

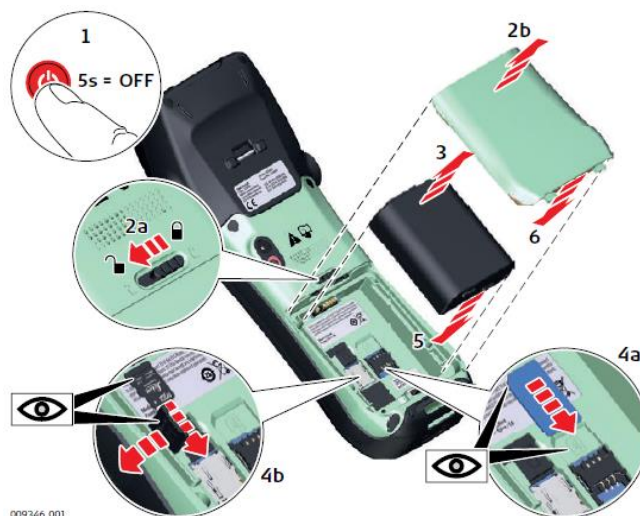


Рисунок 14.9 – Порядок дій при встановленні та витягненні
SIM-карти або SD-карти

Вставте акумулятор на місце в акумуляторний відсік, встановіть кришку відсіку на місце, починаючи з нижньої сторони. Закрийте кришку акумуляторного відсіку. Запірний важіль автоматично повертається у положення «заблоковано».

5. Запуск GNSS-приймача ZENO 20.

Переконайтесь, що акумулятор повністю заряджений. Увімкніть прилад натисканням клавіші живлення протягом 5 с, поки світлодіодний індикатор акумулятора не загориться зеленим світлом. Запускається операційна система. Прилад готовий до роботи.

6. Технічні характеристики.

Операційна система. Прилад сконфігурований з операційною системою КПК із вбудованою системою Microsoft Windows, або Android.

Програмне забезпечення встановлено, ліцензовано та включає останні випуски оновлень Zeno, останній випуск вбудованого програмного забезпечення плати GNSS і придбаний код авторизації.

Параметри навколишнього середовища:

- робоча температура: від -30 °C до +60 °C;
- температура зберігання: від -40 °C до +70 °C;
- захист від пилу, IEC-60529 IP6x, пилозахисна камера знаходиться під тиском;
- водонепроникність при короткочасному зануренні на глибину до 1м (не більше 30 хвилин);
- вологість до 90 %.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика комплекту приймача GNSS Zeno20.
3. Правила безпеки під час використання приймача GNSS Zeno20.
4. Характеристика основних конструктивних елементів приладу та їх призначення.
5. Правила поводження з акумулятором. Заміна та зарядка акумулятора.
6. Особливості застосування клавіши живлення.
7. Правила поводження та особливості SIM карти і SD карти.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення комплекту приймача GNSS Zeno20.
2. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись під час роботи з приладом Leica Zeno 20 та чому?
3. Назвіть основні конструктивні елементи приладу Leica Zeno 20 та охарактеризуйте їхні функції.
4. Де можна знайти Керівництво користувача приладу Leica Zeno 20 для попереднього ознайомлення?
5. Які батареї застосовані для живлення приладу Leica Geosystems та яку небезпеку вони можуть представляти?

6. Яких температурних обмежень потрібно дотримуватись під час експлуатації приладу Leica Zeno 20?
7. Поясніть призначення SIM-карти та SD-карти. Де вони розташовані?
8. Поясніть призначення внутрішньої антени і плати Глобальної навігаційної супутникової системи GNSS. Де вони розташовані?
9. Поясніть, де розташовані порт USB A та порт Micro USB. Яка особливість порту Micro USB?
10. Які функції має клавіша живлення, окрім вмикання та вимикання приладу?
11. Поясніть, як частково або повністю перезавантажити прилад.
12. Поясніть послідовність дій при встановленні акумулятора.
13. Охарактеризуйте дії при заміні відпрацьованого акумулятора.
14. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись при встановленні та витяганні SIM карти і SD карти?
15. Як переконатись, що немає статичного заряду? Як відвести статичний заряд?
16. Охарактеризуйте порядок дій при встановленні та витягненні SIM-карти та SD-карти.
17. Охарактеризуйте особливості операційної системи та програмного забезпечення приладу Leica Zeno 20.

Лабораторна робота № 15

Робота з комплектом GNSS-ПРИЙМАЧІВ SOUTH (4 години)

Мета роботи: вивчення будови, правил безпеки, особливостей налаштування та використання комплекту GNSS-приймачів South.

Обладнання: комплект GNSS-приймачів South, керівництво користувача.

Призначення прилада

GNSS RTK приймач S82T має 220 паралельних каналів приймання супутникових сигналів GPS і ГЛОНАСС, які вбудовані у GSM-модем та УКВ приймач, а також Bluetooth. Основним елементом приймача S82T є GNSS-плата Trimble BD970 (аналогічна Trimble R8). У приладі передбачена можливість підключення зовнішнього УКВ-передатчика та джерела живлення.

Для налаштування та управління приймачем застосовується контролер «Carlson MINI» з програмним забезпеченням SurvCE.

S82T можна застосовувати як базовий або роверний приймач. Для переключення режимів на передній панелі приладу є дві кнопки. Під час роботи як базова станція до приймача можна підключити зовнішнє радіо та живлення.

GNSS RTK система S82T дозволяє виконувати геодезичну зйомку у режимах статичних вимірів, RTK-зйомки та у навігаційному режимі. Для передачі даних з S82T у настільний комп'ютер передбачений COM-порт. Обмін даними між контролером та комп'ютером можна здійснювати за допомогою USB-кабелю.

За конструкцією S82T є водо-, пилонепроникним та ударостійким приладом.

Порядок виконання роботи

1. Вивчення зовнішнього вигляду та конструктивних елементів приладу.

Складові комплекту роверного GNSS RTK приймача S82T проілюстровані на рисунку 15.1. До комплекту поставки GNSS RTK системи S82T входять наступні елементи:

- GNSS приймач з УКВ/GPRS/CDMA модулями у одному корпусі;
- ручний контролер Psion;
- кабелі для з'єднання GNSS-приймача та ручного контролера Psion з комп'ютером, ручного контролера Psion з GNSS приймачем;
- акумулятори для GNSS-приймача та для контролера Psion із зарядними пристроями для акумуляторів GNSS-приймача та контролера;
- УКВ та GPRS-антени;
- вуглеводорідна віха та кронштейн для кріплення ручного контролера на віху;
- трегер, адаптер та перехідник 5/8 дюйма;
- рулетка для вимірювання висоти;
- CD з програмним забезпеченням для опрацювання даних.

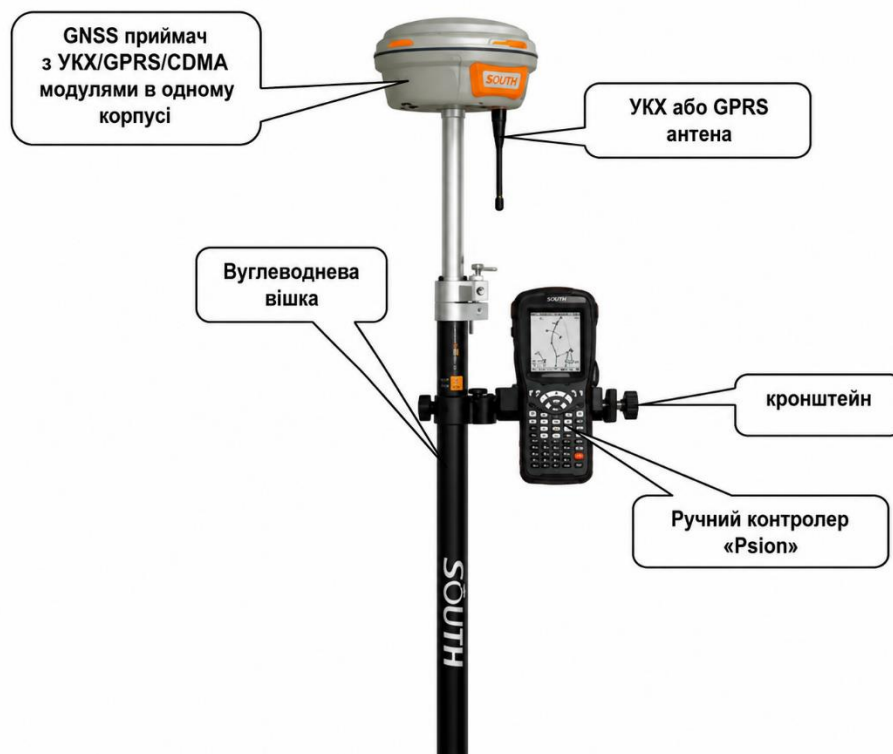


Рисунок 15.1 – Комплект роверного GNSS RTK приймача S82T

2. Вивчення елементів основного блока S82T.

Основним блоком комплекту GNSS-приймачів SOUTH (рис. 15.2) є блок S82T, який містить в одному корпусі плату GNSS-приймача, GPRS/GSM/CDMA-модуль, УКВ-приймач, акумулятор, пам'ять та GPRS-антену. На передній панелі корпусу розташовані дві кнопки управління та шість світлових індикаторів.

Для управління й налаштування основного блока S82T можна скористатись контролером Carlson MINI, або двома основними кнопками на панелі управління (рис. 15.2). Для вмикання та вимикання приладу призначена кнопка P (праворуч). Для вмикання / вимикання приладу треба натиснути та утримувати кнопку P до появи трьох звукових сигналів. Кнопка F (ліворуч) призначена для налаштування та встановлення потрібних режимів роботи приладу.

Основний блок S82T має три порти зв'язку, що наведені на рисунку 15.3. Це порт для підключення УКВ-антени, порт для підключення основного блока і комп'ютера та порт для підключення зовнішнього живлення або зовнішнього передатчика.

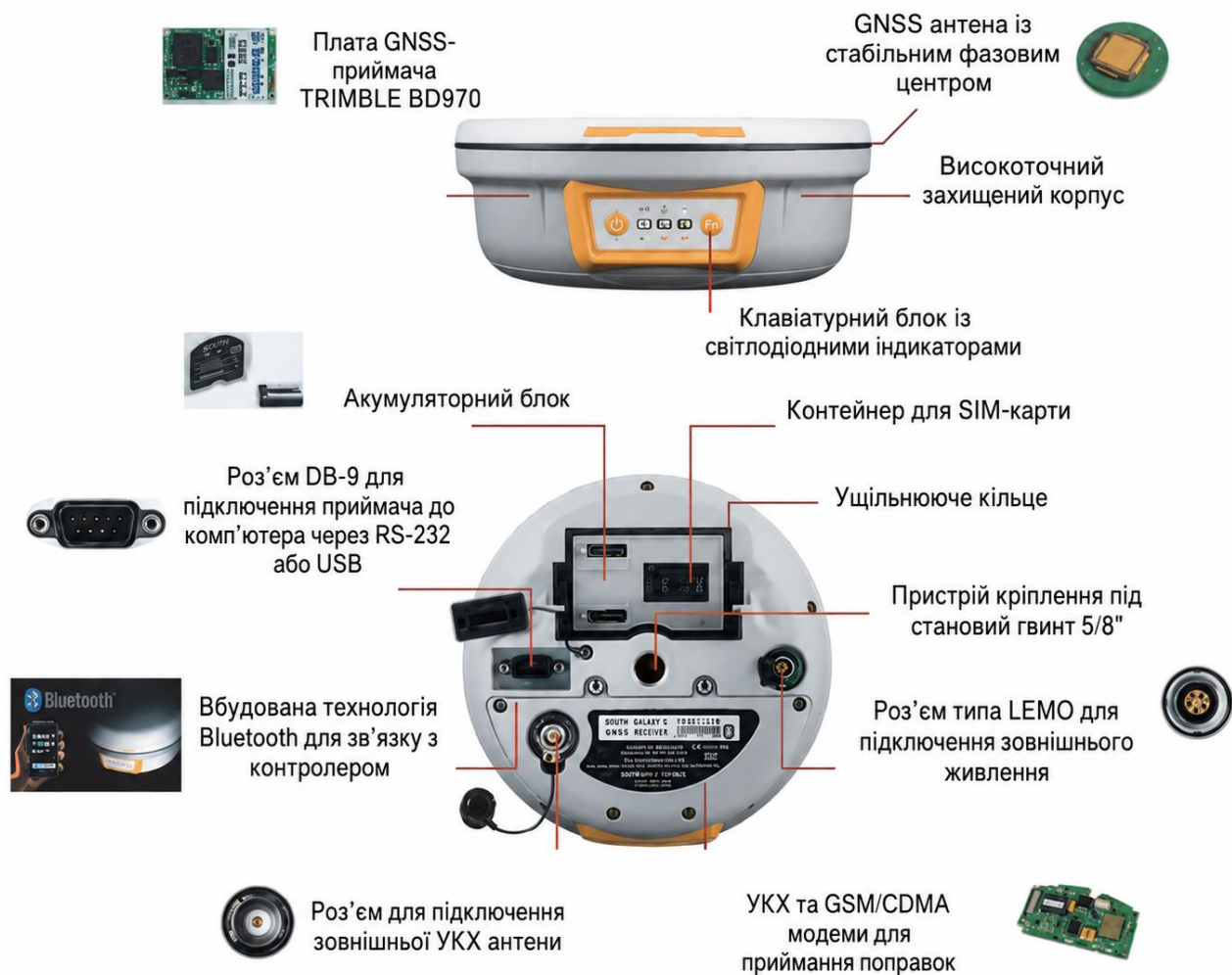


Рисунок 15.2 – Основний блок S82T

3. Вивчення кнопок управління та світлових індикаторів S82T.

Кнопки управління та світлові індикатори розташовані на передній панелі основного блока S82T. Для налаштування приладу призначена функціональна кнопка F.

Індикатори основного блоку S82T мають таке призначення:

- BAT показує, що живлення приладу здійснюється від вбудованих акумуляторів. Постійне світло індикатора показує, що акумулятори заряджені. Якщо заряд акумулятора закінчується, індикатор мигає;
- PWR показує, що живлення приладу здійснюється від зовнішнього джерела живлення. Постійне світло індикатора показує, що акумулятори заряджені. Якщо заряд акумулятора закінчується, індикатор мигає;

Роз'єм для підключення зовнішнього живлення



Роз'єм для підключення УКВ/GPRS-антени

Комунікаційний роз'єм

Рисунок 15.3 – Порти зв'язку основного блока S82T

- якщо індикатор світить червоним, увімкнений Bluetooth;
- мигання зеленим кольором показує кількість видимих супутників.

Значення індикаторів при налаштуванні режимів основного блока S82T наведені у таблиці 15.1.

Таблиця 15.1 – Значення індикаторів при налаштуванні режимів

Індикатор	Колір індикатора	Режим основного блока S82-T
1	2	3
STA (лівий індикатор)	Червоний	Основний блок знаходиться у режимі роверного приймача
BT (середній індикатор)	Червоний	Основний блок знаходиться у режимі базової станції або увімкнений Bluetooth
BAT (правий індикатор)	Червоний	Основний блок знаходиться у статичному режимі
DL (лівий індикатор)	Зелений	Працює радіоканал приймання даних.
- (середній індикатор)	Зелений	Працює GPRS канал передачі (приймання) даних.
PWR (правий індикатор)	Зелений	Для роботи застосовується джерело зовнішнього живлення або зовнішній передатчик.

4. Налаштування режимів блока S82T

Налаштування блока S82T у режим базової станції з каналом GPRS

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки Р і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал.

Після цього треба відпустити кнопки Р та F, тоді лівий індикатор (STA/DL) почне світитись червоним кольором. Потім треба один раз натиснути кнопку F, і почне світитись червоним кольором середній індикатор, що вказує на перевід приладу у режим базової станції.

Для підтвердження вибору режиму роботи приладу необхідно натиснути кнопку Р, після чого пролунає три звукових сигнали і обраний режим буде зафіксований. Потім потрібно натиснути та утримувати до появи звукового сигналу кнопку F. Після відпускання кнопки F індикатор STA/DL (крайній лівий) почне мигати зеленим кольором. Далі необхідно один раз натиснути кнопку F, після чого почне мигати зеленим кольором індикатор / (середній) що говорить про включення у приладі каналу GPRS.

Для підтвердження виконаного налаштування потрібно натиснути кнопку Р.

Для перевірки правильності виконаних налаштувань треба натиснути кнопку F. Якщо прилад налаштований як базова станція з увімкненим GPRS-каналом, то після натискання кнопки F середній індикатор має світитись червоним та зеленим кольором одночасно.

Налаштування блока S82T у режим базової станції із зовнішнім радіопередавачем.

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки Р і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал.

Після цього треба відпустити кнопки Р та F, тоді лівий індикатор (STA/DL) почне світитись червоним кольором. Потім треба один раз натиснути кнопку F, і почне світитись червоним кольором середній індикатор, що вказує на перевід

приладу у режим базової станції.

Для підтвердження вибору режиму роботи приладу необхідно натиснути кнопку Р, після чого пролунає три звукових сигнали. Потім потрібно натиснути та утримувати до появи звукового сигналу кнопку F. Після відпускання кнопки F індикатор STA/DL (крайній лівий) почне мигати зеленим кольором. Далі необхідно два рази натиснути кнопку F (після першого натискання почне мигати зеленим кольором індикатор / (середній)) після другого натискання почне мигати індикатор -/PWR правий, який показує, що прилад ввімкнений у режим із зовнішнім передатчиком.

Для підтвердження обраного режиму роботи потрібно натиснути кнопку Р. Для перевірки правильності обраного режиму роботи потрібно натиснути кнопку F. Якщо прилад у режимі із зовнішнім передатчиком, то ввімкнені індикатори червоний середній та зелений правий.

Зауважимо, що зовнішнє радіо застосовується як для приймання, так і для передачі інформації, тому може використовуватись у базовому та роверному приймачах.

Налаштування блока S82T у режим ровера із вбудованим радіо.

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки Р і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал, після чого відпустить ці кнопки. Індикатор STA/DL (лівий індикатор) буде світитись червоним, що відповідає переходу приладу у режим ровера. Для підтвердження вибору режиму роботи приладу необхідно натиснути кнопку Р, після чого пролунає три звукових сигнали. Далі потрібно натиснути та утримувати до появи звукового сигналу кнопку F. Після відпускання кнопки F індикатор STA/DL (крайній лівий) почне мигати зеленим кольором, що відповідає переводу приладу у режим роботи із вбудованим радіоприймачем.

Для підтвердження обраного режиму роботи потрібно натиснути кнопку Р. Для перевірки правильності виконаних налаштувань необхідно натиснути кнопку F. Якщо прилад працює в режимі ровера із вбудованим радіоприймачем, мають світитись індикатори лівий STA – червоним, що означає, що прилад працює у

режимі ровера, та лівий DL – зеленим, що означає, що увімкнене вбудоване радіо для приймання DGPS/RTK корекцій від базової станції.

Налаштування блока S82T у режим ровера з каналом GPRS.

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки Р і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал, після чого відпустите ці кнопки. Індикатор STA/DL (лівий індикатор) світитиметься червоним, що відповідає переходу приладу у роверний режим. Для підтвердження вибору режиму роботи приладу натисніть Р, після чого прозвучить три звукових сигнали.

Потім необхідно натиснути та утримувати кілька секунд кнопку F. Після відпускання кнопки F індикатор STA/DL (лівий) почне мигати зеленим кольором. Далі необхідно один раз натиснути на кнопку F, після чого почне мигати зеленим кольором індикатор / (середній).

Для підтвердження вибору режиму роботи приладу натисніть Р.

Після виконання вказаних налаштувань треба перевірити поточний режим роботи приладу, для чого необхідно натиснути кнопку F. Якщо прилад працює у режимі ровера з увімкненим GPRS-каналом, мають світитись індикатори як показано на рисунку 15.4.



Рисунок 15.4 – Індикація режиму ровера з увімкненим GPRS-каналом

Лівий індикатор (STA/DL), що світить червоним, означає, що прилад працює у режимі ровера. Середній індикатор, що світить зеленим, означає, що увімкнений GPRS-канал передачі вимірювальної інформації.

Налаштування блока S82T у режим ровера із зовнішнім радіо.

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки Р і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал, після чого відпустите ці кнопки. Індикатор STA/DL (лівий індикатор) світитиметься червоним, що відповідає переходу приладу у роверний режим. Для підтвердження вибору режиму роботи приладу натисніть Р, після чого прозвучить три звукових сигнали.

Потім необхідно натиснути та утримувати кілька секунд кнопку F. Після відпускання кнопки F індикатор STA/DL (лівий) почне мигати зеленим кольором.

Далі необхідно натиснути та утримувати кілька секунд кнопку F, після її відпускання індикатор STA/DL мигатиме зеленим кольором. Потім необхідно два рази натиснути на кнопку F (після першого натискання зеленим почне мигати середній індикатор, після другого – правий). Після того, як почне мигати зеленим правий індикатор *I/PWR, натисніть кнопку Р для підтвердження вибору режиму роботи приладу.

Для перевірки поточного режиму роботи приладу необхідно натиснути кнопку F. Якщо прилад працює у режимі ровера із зовнішнім радіопередавачем, після натискання F мають світитись індикатори, як показано на рисунку 15.5.



Рисунок 15.5 – Індикація режиму ровера з із зовнішнім радіопередавачем

Лівий індикатор (STA/DL), що світить червоним, означає, що прилад працює у режимі ровера. Правий індикатор *I/PWR, що світить зеленим, означає, що ввімкнений GPRS-канал передачі вимірювальної інформації.

Переключення каналів передачі даних (GPRS/ вбудоване радіо / зовнішнє радіо)

Натиснути та утримувати кнопку F до появи звукового сигналу. Після її відпущення буде зеленим мигати лівий індикатор (STA/DL).

Далі потрібно:

- для вмикання вбудованого радіоприймача натиснути кнопку P, після чого пролунає три звукових сигнали;
- для вмикання GPRS каналу – один раз натиснути кнопку F та потім для підтвердження обраного режиму натиснути кнопку P, після чого прозвучить три звукових сигнали;
- для вмикання режиму роботи із зовнішнім радіопередавачем необхідно два рази натиснути кнопку F (після першого натискання почне мигати зеленим середній індикатор, після другого – правий), після того як почне мигати зеленим правий індикатор, необхідно натиснути кнопку P.

Налаштування блока S82T у статичний режим зйомки

У вимкненому стані приладу натисніть та утримуйте кнопки P і F одночасно, доти, поки не почнуть мигати усі шість індикаторів та не прозвучить звуковий сигнал, після чого відпустити ці кнопки. Індикатор STA/DL (лівий індикатор) світитиметься червоним. Потім треба два рази натиснути кнопку F (після першого натискання світитиметься середній індикатор, після другого – правий). Після того, як почне світитись червоним кольором правий індикатор, треба натиснути кнопку P для підтвердження вибору режиму роботи приладу.

Після завершення вказаних налаштувань треба перевірити поточний режим роботи приладу, для чого необхідно натиснути кнопку F. Якщо прилад працює у статичному режимі, після натискання F мають світитись, індикатори як показано на рисунку 15.6.



Рисунок 15.6 – Індикація статичного режиму роботи

5. Робота з EGStar 3.0.

Створення нового проєкту

Для створення нового проєкту в EGStar 3.0 треба увійти до меню Job на вкладці New Job та у вікні New Job ввести ім'я проєкту у поле Project й натиснути ОК. Відкриється вікно налаштувань проєкту Job Settings, що містить вкладки Coord, Antenna, Save, Display, Other. Вкладка Coord дозволяє відкривати, створювати нову або редагувати існуючі системи координат. Після налаштування системи координат необхідно вказати висоту антени у вкладці Antenna (рис. 15.7).

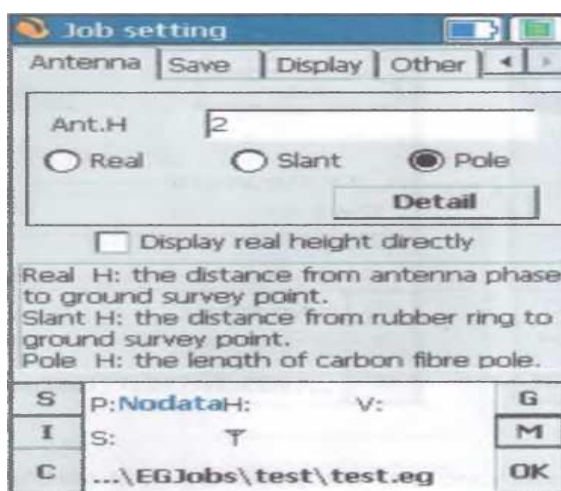


Рисунок 15.7 – Введення висоти антени: *Ant.H* – висота антени, м; *Real* – вертикальна висота; *Slant* – похила висота; *Pole* – висота віхи

Далі потрібно вказати на вкладці *Other* параметри зйомки, зокрема, Mask angel – кут відсічки супутників, Time zone – часовий пояс, Coordinate Order – порядок запису та відображення координат (North – північ, East – схід), HRMS limit – горизонтальна точність визначення координат, за якої вони не будуть записуватись у файл, VRMS limit – вертикальна точність визначення координат, за якої вони не будуть записуватись у файл, PDOP limit – значення геометричного фактору, за якого не буде виконуватись запис їх у файл.

Після встановлення параметрів зйомки можна перейти до налаштування системи координат. Для швидкого доступу до параметрів системи координат треба в основному меню Config обрати вкладку *Coord*.

Налаштування системи координат

Налаштування системи координат здійснюють у вкладці *Coord*, де можна обрати зі списку існуючих необхідну, створити нову та редагувати існуючі системи координат. Щоб вибрати існуючу систему координат потрібно обрати її зі списку поля *Coordinate system* окна *Job setting* (рис. 15.8).

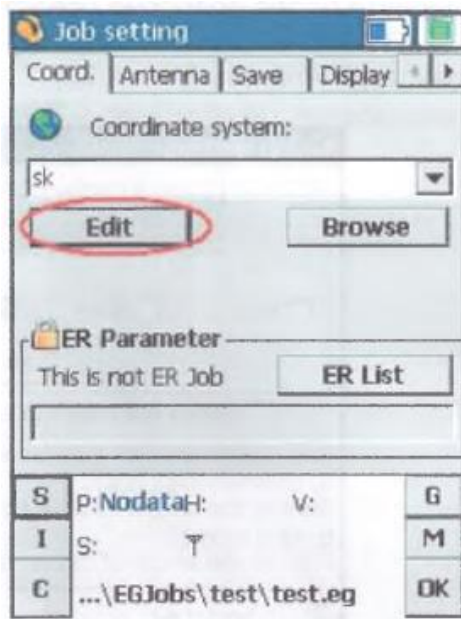


Рисунок 15.8 – Налаштування системи координат

Для вибору існуючої системи координат треба вказати її у списку поля *Coordinate system* вікна *Job setting*) і натиснути «OK».

Для налаштування параметрів існуючої системи координат треба, вказати її у списку й натиснути кнопку *Edit* (рис. 15.8). Потім у вікні, що відкрилось *Edit Coordinate System*, треба виділити систему координат, що редагуватиметься, і знову натиснути кнопку *Edit*.

У вікні *Add Parametrs System* можна редагувати усі параметри системи координат, що розділені на групи і містяться у наступних вкладках: *Projection*, *Level*, *Altitude*, *7 parameters*, *Vertical*, *Ellip*. На вкладці *Projection* потрібно вказати:

- у полі *Ellipsoid name* – потрібний еліпсоїд;
- у полі *Method* – метод проекції координат;
- у полі *Central Meridian* – центральний меридіан;
- *False Northing* – зміщення на північ;
- *False Easting* – зміщення на схід;
- *Scale factor* – масштабний коефіцієнт.

Для налаштування параметрів перерахунку з WGS-84 у задану систему координат потрібно застосовувати вкладки *7 parameters Level*.

Для створення власної системи координат треба натиснути кнопку *Add*, у наслідку чого відкриється вікно *Add Parametrs System*, у якому треба ввести потрібні параметри створюваної системи координат у вкладки *Projection, Level, Altitude, 7parameters, Vertical, Ellip*.

Для додавання до списку систем координат існуючої системи потрібно натиснути кнопку *Add Predefined*, у результаті відкриється вікно *Add Predefined Coord System* із списком існуючих систем координат, звідки необхідно вибрати потрібну та натиснути «ОК».

Для огляду параметрів існуючої системи координат треба скористатись кнопкою *Browse*, що відкриє вікно *Parametr Browse* – ім'я системи координат.

Після закінчення налаштування системи координат потрібно натиснути кнопку «ОК».

Налаштування каналу GPRS

Для налаштування GPRS-каналу призначене меню *Config* підменю *GPRS Config*. Для з'єднання із створеним кастером його потрібно виділити та натиснути кнопку *Connect*.

Для створення з'єднання з новим кастером треба у вікні *Network setting* натиснути кнопку *Add*, після чого відкриється вікно для введення параметрів GPRS-з'єднання *Network Setting*. Для налаштування GPRS/GSM-з'єднання у відповідні поля вікна *Network Setting* потрібно ввести такі дані:

- у поле *Name* – будь-яке ім'я кастера, до якого потрібно підключитися;
- у поле *Mode* – тип з'єднання *NTRIP-VRS*;
- у поле *Connect* – для GPRS-з'єднання необхідно вибрати *GPRS/CDMA*, для GSM-з'єднання необхідно вибрати *GSM*;
- у поле *APN* – ім'я точки доступу, наприклад, для роботи з SIM-картою КиївСтар – *xl.kyivstar.net*;
- у поле *IP* – IP-адрес кастера базової станції;
- у поле *Port* – номер порта;

– User Name Password – логін і пароль для доступу до кастера базової станції.

Після введення усіх налаштувань для отримання таблиці джерел треба натиснути кнопку *Get Sourcetable*. У випадку успішного підключення до кастера список доступних базових станцій відобразиться у полі *Access*. Після натискання кнопки *OK* розпочнеться процес налаштування. Він закінчиться появою повідомлення «*All parameters setting finished*». Натискання кнопки *OK* відкриє вікно *Networking setting*, що містить список налаштованих кастерів базових станцій.

Для з'єднання з потрібним кастером базової станції треба виділити його та натиснути кнопку *Connect*. Процес з'єднання із кастером базової станції відображатиметься у вікні *Net connect – VRS mode*.

Для зміни параметрів налаштування GPRS-з'єднання треба скористатись кнопкою *Edit*, що відкриє вікно *Network Setting* для зміни параметрів GPRS-з'єднання.

6. Виконання геодезичної зйомки.

Запис координат точки у режимі RTK

Для проведення зйомки треба перейти на вкладку *Point Survey* меню *Survey* (рис. 15.9) у вікно *Point Survey*.

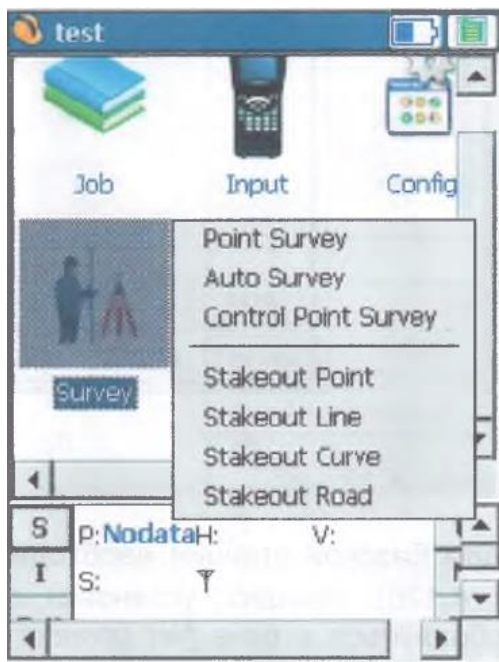


Рисунок 15.9 – Перехід до запису координат точки

У вікні *Point Survey* поточне розташування ровера буде показане маркером у вигляді кружальця. Для запису координат точки треба натиснути кнопку «А» на клавіатурі контролера, після чого ім'я записаної точки відобразатиметься на екрані. Для огляду записаних точок треба двічі натиснути кнопку «В» на клавіатурі контролера.

Запис координат також можна виконувати у автоматичному режимі за допомогою вкладки *Auto Survey* (рис. 15.9), натискання на яку відкриє вік-

но *Auto survey*, де треба натиснути кнопку , після чого зміниться зовнішній вигляд кнопок панелі управління.

На початку автоматичного записування точок потрібно налаштувати параметри автоматичного запису. Для цього треба скористатись кнопкою *ST* та у вікні *Automatic Survey Setting*, що відкрилось, вказати наступні параметри автоматичного запису:

- *By distance* – дозволяє виконувати автоматичний запис через задану відстань;
- *By time* – дозволяє виконувати автоматичний запис через рівні проміжки часу;
- *solution Condition* – дозволяє записувати тільки точки із заданим типом рішення (*Single, DGPS, float, fixed*);
- *start point* – ім'я першої точки, наступні ім'я точок будуть формуватися шляхом додавання до цього імені одиниці;
- *Ant.H* – висота антени. *Real* – вертикальна висота, *Slant* – похила висота, *Pole* – висота віхи.

Призначення кнопок панелі управління вікна *Auto survey* таке:

ST – старт автоматичного запису точок;

Set – налаштування параметрів автоматичного запису координат точок, після натискання на *Set* відкриється вікно *Automatic Survey Setting*;

VI – огляд, редагування та видалення записаних координат точок;

OP – налаштування деяких опцій автоматичного запису точок, причому якщо у полі *Store tips* вибрано *No tips*, то під час запису точок вони не відображатимуться на екрані.

Запис статичних вимірів

Для запису статичних вимірів треба переключити блок S82-T у статичний режим роботи. Після вмикання живлення приладу запис вимірів починається автоматично після захоплення сигналів супутників. Кількість мигань зеленим світлом середнього індикатора відповідає кількості видимих супутників. Файл вимірів створюється автоматично, при цьому ім'я файлу складається з номера

GPS-дня та номери вимірювальної сесії у цей день. Створений файл є бінарним у внутрішньому форматі SOUTH *.sth. Щоб після сеансу зйомки виконати опрацювання записаного файлу вимірів, необхідно перетворити його у формат RINEX. Для цього до комплекту поставки приладу входить конвертер SthtoRinex.exe.

Переключення у статичний режим роботи у EgStar 3.0

Для переключення у статичний режим роботи необхідно скористатись вкладкою *Instrument Config* меню *Config*. У вікні *Instrument Setting*, що відкриється, треба натиснути кнопку *Work mode Setting*, а далі – у вікні *Work mode Setting* виділити радіокнопку *Static* та натиснути *OK*.

Нагадаємо, що якщо прилад переключений у статичний режим, то його повертання у режим RTK можливе тільки вручну за допомогою кнопок передньої панелі.

Радіокнопка *Set static Parametrs* призначена для налаштування параметрів статичної зйомки. Після вибору радіокнопки *Set static Parametrs* та натискання кнопки *Next* відкриється вікно *Static sample Para. Setting*, у якому потрібно ввести наступні параметри:

Sampling interval – темп запису вимірюваних даних. Кількість вимірів на секунду (рекомендується 1);

Mask angle – кут відсічки видимих супутників;

Antenna height – висота антени;

PDOP limit value – обмеження величини максимального значення PDOP.

Конвертація файлу вимірів з формату .sth у формат RINEX

Після запуску конвертера SthtoRinex.exe відкриється вікно SthtoRinex, у якому треба вказати шлях до файлу вимірів .sth за допомогою кнопки *Input Path* та шлях до конвертованого файлу формату RINEX за допомогою кнопки *Output Path*. Для конвертування треба натиснути кнопку *Convert*.

Винесення точки у «натуру»

Для виносу точок у натуру застосовується вкладка *Stakeout Point* меню *Survey*. Після натискання закладки *Stakeout Point* відкриється вікно *Point Stakeout*, у якому буде відображуватись поточне розташування ровера. Далі необхідно імпортувати координати точок, які потрібно винести у натуру до бібліотеки координат. Для введення координат точок треба натиснути кнопку , після чого зміниться зовнішній вигляд кнопок панелі управління.

Призначення кнопок панелі управління вікна *Point Stakeout* таке:

SA – запис поточної координати;

LIV – відкриває бібліотеку координат точок, що виносять у натуру;

LA – повернення до попередньої винесеної точки. «Гаряча» кнопка на контролері «4»;

NE – наступна винесена точка. «Гаряча» кнопка на контролері «6».

Координати точок, що виносять, можна імпортувати в поточний проєкт вручну або файлом. Для імпорту координат точок треба відкрити бібліотеку за допомогою кнопки LIV.

Для імпорту координат точок вручну треба скористатись кнопкою *Add* та у вікні, що відкриється, можна вводити координати точки у форматі *North* (північ), *East* (схід), *Altitude* (висота) або *Latitude* (широта), *Longitude* (довгота), *Elevation* (висота). Після натискання ОК введені координати відображаються у бібліотеці.

Для імпорту координат точок до бібліотеки у вигляді файлу потрібно створити його в одному з форматів, що подані у списку, який випадає. За допомогою кнопки *Open* вказати шлях до файлу та імпортувати його, застосовуючи кнопку *Import*.

Створення власного формату файлу, що імпортується

Для створення власного формату файлу, що імпортується, треба скористатись кнопкою *User Defined*, після чого у вікні, що відкрилось, ввести наступні параметри:

– у поле *Format* – ім'я створюваного формату файлу;

- у поле Separator – тип розділювача;
- у поле Extension name – розширення файлу.

Далі треба обирати значення елементів формату файлу з поля *Data list* та додавати його за допомогою кнопки *Add*. Додані елементи формату будуть відображатись у полі *Body*.

Функції координатної геометрії COGO

Підменю *COGO* призначене для рішення задач координатної геометрії (*COGO*-задачі) і містить наступні закладки: *Coordinate*, *Azimuth/Dist*, *Dist./Angle*, *Offset Point*, *Intersect*, *Angels* (рис. 15.10).

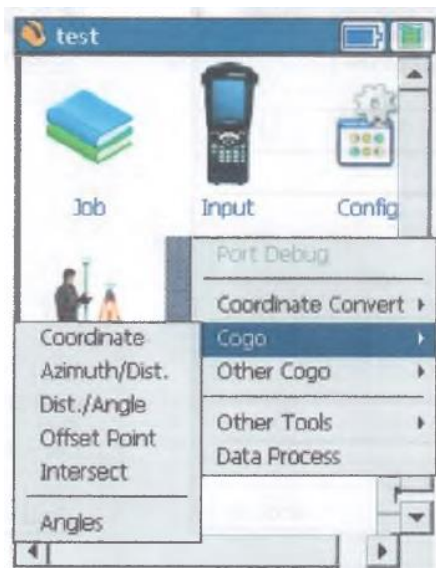


Рисунок 15.10 – Вигляд підменю *COGO*

Функція *Coordinate* призначена для розрахунку координат точки на підставі поточних координат, відстані та кута до шуканої точки. Поточні координати точки вводять у поля *Northing*, *Easting*, *N*. Якщо координати потрібної точки знаходяться у бібліотеці координат, то потрібно натиснути кнопку .

Азимут, відстань та перевищення висот вводять у поля *Azimuth*, *Distance* та *Diff.H* відповідно.

Розрахункові координати точки, її розташування відносно поточної можна побачити у графічному вікні *Calculate Coordinate*.

Функція *Azimuth/Dist* призначена для розрахунку азимута, відстані та перевищення висот між двома точками. Після введення координат двох точок у поля *Northing*, *Easting*, *N* треба натиснути *Calculate*. Результат розрахунку відобразиться у вікні *Calculate Azimuth*. Для запису результату у контролер треба натиснути .

Функція *Dist./Angle* призначена для розрахунку:

- кута між лінією та довільною точкою. Лінію задають координатами початкової та кінцевої точок;

- відстані від початкової або кінцевої точки лінії до довільної точки. Для розрахунку треба ввести координати початкової та кінцевої точок, які задають лінію, координати довільної точки (поле *Offset Pt.*) і натиснути кнопку *Calculate*.

Для запису розрахованих даних треба натиснути кнопку .

Функція *Offset point* призначена для розрахунку координат довільної точки відносно лінії при заданому куті зміщення.

Функція *Intersect* призначена для розрахунку координат точки, утвореної перетинанням двох ліній. Лінії задають координатами двох точок. Для розрахунку координат точки перетинання треба задати дві лінії, координатами точок. У поля *Start* та *End Pt* треба ввести координати точок та натиснути кнопку *Calculate*.

Функція *COGO Angle* призначена для розрахунку кутів трикутника утвореного трьома точками. Для розрахунку кутів трикутника потрібно ввести координати вершин трикутника у поля *N*, *E*, *H*.

Підменю Other Cogo

Підменю *Other Cogo* містить дві вкладки: *Areas*, *Space Distance*. Закладка *Areas* призначена для розрахунку площини замкненої фігури, що утворена вимірними точками. Для вибору потрібних точок у вікні *Calculate Acreage* необхідно натиснути кнопку . Далі у вікні *Select Point From List* потрібно вибрати точки, що створюють фігуру, площу якої треба розрахувати. Обрані точки відобразяться у графічному вікні *Calculate Acreage*. Для обчислення площини та периметра фігури, утвореної вибраними точками, треба натиснути кнопку . У нижній частині вікна відобразяться отримані результати.

Серед обраних точок можна вручну вибрати потрібні точки, що утворюють фігуру. Для цього треба натиснути кнопку , при цьому зникнуть лінії, що

з'єднують точки. Після цього вибрати потрібні точки можна за допомогою кнопок . Потім натиснути .

Функція *COGO Space Distance* призначена для розрахунку відстані між точками, координати яких задані у форматі широти, довготи та висоти. Для розрахунку відстані треба задати координати точок та натиснути *Calculate*.

Зміст звіту

1. Мета лабораторної роботи.
2. Характеристика обладнання та приладів.
3. Призначення складових комплекту роверного GNSS RTK приймача S82T.
4. Будова основного блока S82T.
5. Характеристика та призначення режимів роботи блока S82T.
6. Підготовчі дії для виконання геодезичної зйомки.
7. Налаштування параметрів статичної зйомки.
8. Винесення точок у натуру.
9. Призначення функцій координатної геометрії COGO.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення комплекту GNSS-приймачів South та його основних складових.
2. Поясніть поняття «базовий приймач» та «роверний приймач».
3. У чому полягають принципові відмінності виконання геодезичної зйомки у режимі статичних вимірів та у навігаційному режимі?
4. Поясніть призначення елементів основного блока S82T.
5. Які особливості вмикання та вимикання приладу?
6. Охарактеризуйте призначення кнопок управління та світлових індикаторів блока S82T.

7. Як визначити, що живлення приладу здійснюється від вбудованих акумуляторів та що заряд акумулятора закінчується?
8. Як визначити кількість видимих супутників?
9. Охарактеризуйте послідовність та особливості налаштування режимів блока S82T.
10. Як підтвердити налаштування обраного режиму блока S82T?
11. Як перевірити, чи правильно обраний потрібний режим роботи блока S82T?
12. Поясніть послідовність дій для переключення каналів передачі даних (GPRS / вбудоване радіо / зовнішнє радіо).
13. Як налаштувати блок S82T у статичний режим зйомки? У якому разі застосовують статичний режим зйомки?
14. З якою метою створюють новий проєкт? Поясніть послідовність дій.
15. Поясніть, які параметри зйомки потрібно налаштувати під час створення нового проєкту.
16. Поясніть можливості налаштування системи координат під час створення нового проєкту.
17. Як налаштувати параметри перерахунку з WGS-84 у задану систему координат?
18. Охарактеризуйте систему координат WGS-84 та як вона відрізняється від інших обраних?
19. Охарактеризуйте переваги та особливості можливості створення власної системи координат. У яких випадках потрібне створення власної системи координат?
20. Охарактеризуйте особливості налаштування каналу GPRS. Які параметри GPRS-з'єднання потребують налаштування?
21. Поясніть, як отримати список доступних базових станцій.
22. Як отримати з'єднання з потрібним кастером базової станції?
23. Поясніть, як перейти до запису координат точки. Як отримати список записаних точок? Як увімкнути автоматичний режим запису координат точок?

24. Поясніть порядок налаштування параметрів автоматичного запису координат точок.
25. Поясніть, як перейти до запису статичних вимірів та переключити блок S82-T у статичний режим роботи. Які особливості запису вимірів у статичному режимі?
26. Як створюється файл вимірів у статичному режимі? Як при цьому формується ім'я файлу та який його формат?
27. Поясніть призначення конвертера SthtoRinex.exe, що входить до комплекту поставки приладу.
28. Поясніть, з якою метою та як здійснюють конвертацію файлу вимірів з формату .sth у формат RINEX.
29. Поясніть, як здійснити винесення точок у «натуру».
30. Поясніть, з якою метою координати точок імпортують до бібліотеки. Якими режимами можна скористатись для імпортування точок до бібліотеки?
31. Охарактеризуйте призначення функцій координатної геометрії COGO комплекту GNSS RTK приймача S82T.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронні геодезичні прилади : конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) [Електрон. ресурс] / уклад. : С. Г. Нестеренко, А. А. Євдокімов, О. О. Воронков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 102 с. – Режим доступу: <https://dl.kname.edu.ua>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
2. Нестеренко С. Г. Електронні геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : дистанційний курс / С. Г. Нестеренко, О. О. Воронков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Режим доступу: <https://dl.kname.edu.ua/course/view.php?id=1206>, вільний (дата звернення: 20.04.2026).
3. Літнарів Р. М. Геодезичні прилади. Частина 2 : конспект лекцій [Електрон. ресурс] / Р. М. Літнарів ; ЧДПіУ. – Електрон. текст. дані. – Чернігів, 2005. – 103 с. – Режим доступу: <https://ena.lp.edu.ua>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
4. Геодезичні прилади. Практикум : навч. посіб. [Електрон. ресурс] / за заг. ред. Т. Г. Шевченка. – 2-ге вид., доп. – Електрон. текст. дані. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. – 236 с. – Режим доступу: <http://irbis-nbuv.gov.ua>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
5. Мацко П. В. Геотроніка та картографія : навч. посіб. [Електрон. ресурс] / П. В. Мацко, А. М. Голубєв. – Електрон. текст. дані. – Херсон : ХДУ, 2007. – 184 с. – Режим доступу: <https://mcgrp.ru/files/viewer/5009/1>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
6. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади : підручник [Електрон. ресурс] / Я. М. Костецька. – Електрон. текст. дані. – Львів : ІЗМН, 2000. – 324 с. – Режим доступу: <https://www.e-catalog.name>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.

7. Лазерний далекомір Leica DISTO D2 300001 : інструкція з експлуатації [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://mcgrp.ru/files/viewer/5009/1>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
8. Електронні теодоліти : керівництво користувача [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://echome.ru/elektronnyj-teodolit.html>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
9. Цифровий електронний нівелір Sprinter 150/150M/250M : керівництво користувача [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://gd-geo.ru/pdf/NivelLeica/instrukziaSprinter150.pdf>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
10. Електронні тахеометри SOUTH NTS-350 (R/L) : керівництво користувача [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2011. – Режим доступу: <https://docplayer.ru/37358219>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
11. Комплект приймача GNSS ZENO20 : коротке керівництво [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.gt-spb.ru/media/instructions/> (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
12. Leica Zeno 20 Android : керівництво користувача [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.gt-spb.ru/media/instructions/>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
13. GNSS RTK система SOUTH S82T : керівництво користувача [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: https://delgeo.ru/files/upload/rukovodstvo_S82T_SurvCE.pdf, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
14. Горб О. Застосування даних лазерного сканування при вирішенні завдань територіального планування [Електрон. ресурс] / О. Горб, В. Касьянов, С. Нестеренко, Є. Нелін // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2024. – Вип. 3(184). – С. 147–151. – (Серія : Технічні науки). – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-147-151.ю>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.

15. Горб О. Геодезичне забезпечення відновлення ТРЦ «Нікольський» [Електрон. ресурс] / О. Горб, І. Тревого, В. Тарнавський, С. Нестеренко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Електрон. текст. дані. – 2024. – Вип. 1(47). – С. 29–35. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33841/1819-1339-1-47-29-35>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
16. Горб О. Напрями застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу [Електрон. ресурс] / О. Горб, С. Нестеренко, О. Афанасьєв, О. Байструк // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Вип. 177. – С. 109–114. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-109-114>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
17. Нестеренко С. Г. Інструментальні методи моніторингу земель міст [Електрон. ресурс] / С. Г. Нестеренко, Ю. Б. Радзінська, І. В. Кондратюк, С. А. Халіков // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Вип. 177. – С. 98–103. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-98-103>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
18. Воронков О. Особливості оцінювання точності GPS-вимірювань [Електрон. ресурс] / О. Воронков, С. Нестеренко, В. Касьянов // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Вип. 170. – С. 200–208. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-3-170-200-208>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
19. Нестеренко С. Г. Сучасні аспекти геодезичного моніторингу [Електрон. ресурс] / С. Г. Нестеренко, Ю. Б. Радзінська, А. А. Євдокімов, Е. С. Штерндок // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2024. – № 187. – С. 199–203. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-199-203>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.
20. Геодезичні прилади : практикум : навч. посіб. [Електрон. ресурс] / за заг. ред. Т. Г. Шевченка. – 3-є вид., доп. – Електрон. текст. дані. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2012. – 240 с. – Режим доступу: <http://vlp.com.ua>, вільний (дата звернення: 20.04.2026). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А

Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторної роботи

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМ. О.М. БЕКЕТОВА**

**КАФЕДРА ЗЕМЕЛЬНОГО АДМІНІСТРУВАННЯ ТА
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

**Звіт з лабораторної роботи №1
ПРИНЦИП РОБОТИ ТА БУДОВА ЛАЗЕРНОГО ДАЛЕКОМІРА**

з дисципліни «Електронні геодезичні прилади»

Виконав: студент групи ГКЗ 2024-1

Іванов Іван Іванович

Перевіряв: доц. кафедри ЗА та ГІС

Петров Петро Петрович

2026 року

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації

до проведення лабораторних занять
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)*

Укладачі: **ВОРОНКОВ** Олексій Олександрович,
НЕСТЕРЕНКО Сергій Григорович,
АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*
Редактор *О. В. Михаленко*
Комп'ютерне верстання *О. О. Воронков, І. В. Волосожарова*

План 2026, поз. 346М

Підп. до друку 16.07.2026. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 9,5.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.