ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 12 червня 2025 р.
№ 4

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Рекомендовано на засіданні кафедри маркшейдерії
26 грудня 2024 р.,
протокол № 12

Розробники: старший викладач кафедри маркшейдерії КУНИЦЬКА Марина

Житомир
2024

КУНИЦЬКА Марина. Методичні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Геодезичні прилади» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 16 с.

Упорядник:

Куницька Марина Сергіївна, старший викладач кафедри маркшейдерії Житомирська політехніка.

Відповідальна за випуск:

Куницька Марина Сергіївна, старший викладач кафедри маркшейдерії Житомирська політехніка.

Рецензенти:

Шлапак Володимир Олександрович, завідувач кафедри маркшейдерії, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Башинський Сергій Іванович, завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., Житомирська політехніка.

© Куницька М.С., 2024

ВСТУП

Геодезичні прилади посідають особливе місце в підготовці фахівців спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», адже саме від точності й надійності вимірювань залежить якість усіх подальших картографічних, кадастрових, землевпорядних робіт.

Метою дисципліни є ознайомлення студентів із сучасними геодезичними приладами, їх принципами роботи, конструктивними особливостями та методами використання для проведення геодезичних вимірювань.

Завдання дисципліни:

1. Вивчення класифікації та технічних характеристик геодезичних приладів.
2. Розуміння принципів роботи оптичних, електронних та механічних приладів.
3. Формування навичок калібрування, перевірки та експлуатації приладів.
4. Засвоєння методик вимірювання відстаней, кутів та висот за допомогою сучасного обладнання.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій»:

ЗК01. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

СК04. Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

СК05. Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

СК09. Здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»:

РН7. Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні професійних завдань з геодезії та землеустрою;

РН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою;

РН13. Планувати і виконувати геодезичні, топографічні та кадастрові знімання, опрацьовувати отримані результати у геоінформаційних системах.

ЗМІСТ

ВСТУП 3
ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1 6
ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2 9
ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 3 10
ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 4 14
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА: 14

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1

Класифікація та загальний огляд геодезичних приладів та їх призначення

Мета роботи: Ознайомитись з класифікацією геодезичних приладів. Виявити основні сфери застосування кожного виду приладів у геодезичній, землевпорядній та кадастровій діяльності. Засвоїти загальні правила безпечної експлуатації й догляду за геодезичними інсрументами.

Обладнання та матеріали: геодезичні прилади, технічні паспорти, таблиці з технічними характеристиками).

1. Теоретичні відомості

Геодезичний прилад - прилад, призначений для використання в геодезії. Геодезичні прилади можна класифікувати за різними ознаками: призначенням, точності, конструктивних особливостях, ступеня автоматизації будь-якої окремої операції або комплексу операцій, характеру видаваної інформації, в залежності від використовуваного носія інформації.

1.1.За різними ознаками геодезичні прилади можна поділити на декілька основних груп:

1. За типом вимірюваних величин

- *Кутомірні прилади*: призначені переважно для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів (наприклад, теодоліти, кутоміри).
- *Лінійні прилади*: вимірюють відстані та визначають перевищення (нівеліри, далекоміри).
- *Універсальні прилади*: поєднують у собі функції кутомірних і лінійних вимірювань (тахеометри, електронні тахеометри).

2. За принципом дії та конструкцією

- *Оптичні*: використовують оптичні системи (лінзи, призми), шкали й ноніуси для зняття відліків (теодоліти, оптичні нівеліри).
- *Електронні (цифрові)*: мають вбудовані електронні давачі для реєстрації кутів і відстаней та цифрові індикатори (електронні теодоліти, електронні нівеліри, електронні тахеометри).
- *GNSS-приймачі*: отримують координати за допомогою супутникових сигналів (GPS, ГЛОНАСС, Galileo тощо).
- *Лазерні прилади*: використовують лазерний промінь для визначення відстаней, формують «хмари точок» (лазерні дальноміри, лазерні сканери).

3. За точністю й сферою застосування

- *Високоточні* (для геодезичних побудов I і II класу, моніторингу деформацій, фундаментальних досліджень).
- *Технічні* (для зйомок середньої та малої точності: кадастрових, виконавчих, будівельних).
- *Прилади спеціального призначення* (наприклад, для шахтних зйомок, морських геодезичних робіт, підводних досліджень).

4. За ступенем автоматизації та обчислювальних можливостей

- *Традиційні (механічні)*: усі обчислення виконуються вручну, відлік кутів здійснюється за ноніусом чи оптичною шкалою.

- *Цифрові з внутрішнім ПЗ*: прилади, що самостійно обчислюють координати, кути, висоти (електронні тахеометри, GNSS-приймачі з контролерами).
- *Автоматизовані (роботизовані)*: здатні автоматично відслідковувати ціль, виконувати безперервні вимірювання, синхронізувати дані з польовим комп'ютером або «хмарними» сервісами.

Від правильного вибору геодезичного обладнання й дотримання методики вимірювань у значній мірі залежить достовірність, швидкість та ефективність виконання геодезичних досліджень.

1.2.Технічні характеристики та сфери застосування

Кожен тип геодезичних приладів має власні технічні характеристики: точність вимірювання (кутову, лінійну, висотну), робочий діапазон (дальність, діапазон температур і вологості), швидкість знімання, наявність (або відсутність) систем автокомпенсації, а також ступінь захисту від пилу та вологи. Додатково можуть враховуватися особливості енергоспоживання (у разі електронних приладів), сумісність із програмним забезпеченням, можливість зберігання даних у внутрішній пам'яті тощо.

Оптичні прилади (теодоліти, нівеліри) зазвичай мають простішу конструкцію, помірну вартість і доволі високий рівень точності для базових геодезичних робіт (вимірювання кутів, перевищень, розбивка будівельних конструкцій). Сфера застосування:

- Топографічні зйомки середнього та великого масштабів.
- Будівельно-інженерні роботи із середніми вимогами до точності.
- Нівелювання та створення висотних опорних мереж

*Електронні (цифрові) прилади (електронні теодоліти, електронні нівеліри, електронні тахеометри***)**

Відзначаються високою швидкістю вимірювань, можливістю миттєвої обробки результатів та мінімізацією суб'єктивних помилок оператора. Сфери застосування охоплюють як типові геодезичні роботи (польова зйомка, розбивка будівельних осей), так і високоточні вимірювання (моніторинг деформацій, побудова опорних мереж I та II класів), залежно від технічного класу обраного приладу.

GNSS-приймачі

Їхні технічні характеристики значною мірою залежать від застосовуваного методу (статичний, RTK, RTN), наявності корекційних сигналів та кількості доступних супутників. Точність у простому кодовому режимі може сягати десятків сантиметрів або навіть перевищувати цей показник, у той час як використання базових станцій (статичний режим) чи RTK з фіксованим рішенням здатне забезпечити точність на рівні міліметрів. Сфери застосування охоплюють великомасштабні топографічні зйомки, земельно-кадастрові роботи, створення геодезичних мереж, дорожньо-будівельні проєкти, а також моніторинг великих територій.

Лазерні прилади (лазерні далекоміри, сканери, LiDAR)

Забезпечують безконтактне вимірювання відстаней або високоточне формування «хмар точок» зі значним просторовим охопленням та високою деталізацією. Застосовуються для 3D-моделювання будівель і місцевості, архітектурних обмірів, гірничих та інженерних робіт, обстеження й моніторингу споруд у реальному часі (у разі використання мобільних скануючих систем).

Вибір приладу залежить від вимог щодо точності, характеру місцевості, швидкості знімання, наявної матеріально-технічної бази та конкретних завдань (геодезичний моніторинг

великих об’єктів, виконавчі зйомки, кадастрові роботи, будівельно-інженерні вишукування тощо). Знання технічних характеристик різних типів геодезичних приладів і розуміння їхніх сильних та слабких сторін дає змогу ефективно планувати й виконувати весь спектр геодезичних робіт – від базових вимірювань до складних інженерних проєктів чи наукових досліджень.

1.3.Основні вимоги безпеки та догляду

Під час роботи з геодезичними приладами надзвичайно важливо дотримуватися правил безпеки та регулярно здійснювати необхідні профілактичні заходи щодо їх догляду:

1. **Правильне транспортування та зберігання**

- Всі прилади слід перевозити у спеціальних захисних футлярах або кейсах із м’якою підкладкою. Це запобігає механічним пошкодженням, появі подряпин та потраплянню пилу всередину корпусу.
- Зберігати обладнання потрібно в сухих і теплих приміщеннях, захищених від різких перепадів температури та високої вологості, оскільки це може викликати конденсат або корозію рухомих частин.

2. **Безпечне встановлення приладу**

- Прилад слід встановлювати на рівному та стійкому місці, уникаючи зон із активним рухом транспорту чи пішоходів.
- Під час встановлення теодолітів, нівелірів та електронних тахеометрів на штатив потрібно перевіряти надійність кріплень і стан опор (ніжок). Варто стежити, щоб тринога була надійно зафіксована й не хиталася під час вимірювань.

3. **Правила роботи з оптикою та електронікою**

- Оптичні елементи (лінзи, об’єктиви, окуляри) рекомендується чистити лише спеціальними серветками або засобами, призначеними для догляду за оптикою, щоб запобігти подряпинам та погіршенню зображення.
- У разі роботи з електронними приладами (тахеометрами, GNSS-приймачами, лазерними далекомірами) слід забезпечити коректне живлення (запасні акумулятори або батареї) та дотримуватися нормального температурного режиму згідно з рекомендаціями виробника.

4. **Уникнення прямих механічних дій та ударів**

- Уникати сильних вібрацій і ударів, оскільки це може спричинити розбалансування систем юстування та пошкодження чутливих сенсорів або оптичних осей.
- При переміщенні обладнання навіть на короткі відстані прилад бажано демонтувати зі штатива або закривати спеціальним фіксатором (залежно від конструкції).

5. **Техніка безпеки при роботі з лазерними приладами**

- Під час використання лазерних далекомірів і сканерів слід пам’ятати про потенційну небезпеку лазерного випромінювання для очей. Ніколи не наводити промінь на людей або тварин та не дивитися безпосередньо у випромінювач.
- В умовах будівельного майданчика або активного руху слід позначати робочу зону попереджувальними знаками чи стрічками, щоб уникнути випадкового проходу людей перед приладом.

6. **Регулярна повірка та калібрування**

- Будь-який геодезичний прилад вимагає періодичної повірки (за регламентом виробника чи відповідно до державних стандартів), щоб упевнитися в незмінності характеристик.

➢ За необхідності виконувати юстування та калібрування в спеціалізованих сервісних центрах або під керівництвом кваліфікованого фахівця.

1.4. Обробка результатів

Необхідно скласти (особисто або в групі) таблицю з інформацією про кожен прилад, яку можна структуризувати за такими критеріями:

1. Назва / Марка
2. Тип (оптичний, електронний, GNSS, лазерний)
3. Призначення (кути, відстані, координати, 3D-сканування тощо)
4. Точність (кутова, лінійна)
5. Робочий діапазон (дальність, температурний режим)

Доцільно доповнити таблицю чи окремо вказати, для яких конкретних геодезичних робіт найкраще підходить кожен прилад (топографічна зйомка, кадастрові роботи, будівельно-інженерне вишукування тощо).За матеріалами теоретичної частини й огляду обладнання зробити короткі висновки щодо особливостей догляду та безпеки. Необхідно, визначити, які фактори найбільше впливають на збереження точності кожного приладу (наприклад, механічні удари для теодоліта, волога та пил для електронного тахеометра, заміна акумуляторів тощо).

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2

Вивчення теодолітів різних типів. Вивчення основних типів відлікових пристроїв і методики зняття відліків по них.

Мета роботи: Ознайомитися з конструктивними особливостями приладів різних типів, полями зору відлікових пристроїв.

Прилади й устаткування: теодоліти різних класів точності.

1.1. Загальні відомості про теодоліти. Класифікація оптичних теодолітів по конструкції та точності

Теодоліт – геодезичний приладі, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів. Його конструктивні особливості дають змогу отримувати високу точність у будівельно-інженерних, топографічних та землевпорядних роботах.

1. Призначення та будова:

– Основними елементами класичного теодоліта є горизонтальний і вертикальний кола (лімби) зі шкалами, зоровий трубус оптичною схемою, а також механізми для наведення та фіксації приладу (гвинти, рівні).

– Завдяки наявності відлікових пристроїв (ноніусів, мікроскопів чи оптико-механічних систем) користувач може зчитувати величини вимірюваних кутів із необхідною точністю.

2. Класифікація за конструкцією:

– Механічні (оптичні) теодоліти: мають горизонтальний та вертикальний лімби з нанесеними градусними шкалами. Відлік здійснюється переважно за допомогою ноніуса чи оптичного відлікового мікроскопа. Такі прилади відзначаються простотою обслуговування та надійністю, але вимагають ретельності під час зчитування показів.

– Електронні (цифрові) теодоліти: оснащені енкодерами (електронними давачами кутів) і дають змогу оперативно отримувати числові значення кутів на цифровому екрані. Водночас

концептуально зберігають основні риси оптичної схеми (зорову трубу, лімб), однак процес відліку значно спрощується.

3. Класифікація за точністю:

– високоточні $\leq 1''$ mβ ;

– точні $\leq 10''$;

– технічні $> 10'.'$

4. Особливості застосування

Прилади з більшою точністю частіше використовують у відповідальних інженерних роботах і побудові опорних геодезичних мереж, тоді як менш точні моделі зручні для швидких знімань і типових будівельних задач. Вибір теодоліта залежить від необхідного класу точності, складності об’єкта, умов експлуатації.

Таким чином, оптичні теодоліти різних типів охоплюють цілу низку геодезичних завдань, від простих кутових вимірювань у будівництві до прецизійних робіт у наукових дослідженнях і великих інженерних проєктах. Розуміння особливостей конструкції й точності дає змогу правильно добирати прилад для конкретних умов та задач.

1.2. Порядок виконання роботи

1. Встановити теодоліт на штатив, використовуючи виску для центрування над точкою.
2. Вирівняти прилад за рівнями (круговим, циліндричним) так, щоб вертикальна вісь була максимально наближена до істинної вертикалі.
3. Визначити порядок перевірок (у горизонтальній та вертикальній площинах, колімація).
4. Провести юстування:

- Встановити зорову трубу на нульове відлічування, навести на ціль, перевірити співпадіння візирної осі з віссю вертикального кола.
- За необхідності відкоригувати положення сітки ниток або провести інші налаштування згідно з інструкцією.

Оформити результати вимірювань у вигляді таблиці чи схеми, де вказати величини відхилень.

Виконати розрахунки похибок і зробити висновок про стан приладу (придатний/необхідне додаткове юстування).

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ №3

Вивчення нівелірів різних типів. Вивчення основних типів відлікових пристроїв і методики зняття відліків по них.

Мета: вивчити конструкцію та технічні характеристики нівелірів різних типів, освоїти методику взяття відліку по них.

Прилади: нівеліри різних типів.

1.1. Загальні відомості про нівеліри. Класифікація нівелірів по конструкції та точності.

Нівелір - це геодезичний висотомір для визначення перевищень горизонтальної лінії візування.

Основний принцип роботи полягає у встановленні приладу в такому положенні, за якого візирна вісь зорової труби стає горизонтальною. Зорова труба наводиться на нівелірні рейки,

встановлені на досліджуваних точках, і шляхом порівняння відліків за висотою рейок визначають різницю в відмітках.

Нівеліри широко застосовуються в:

- Інженерно-геодезичних вишукуваннях (для побудови висотних опорних мереж);
- Будівельно-монтажних роботах (визначення і контроль висот під час зведення об’єктів);
- Топографічній зйомці (створення висотних планів, профілів місцевості);
- Землевпорядних роботах (планування ділянок, меліоративні заходи).

Класифікація нівелірів за конструкцією:

1. Оптичні (автоматичні) нівеліри
   - Найпоширеніший тип, де візирна вісь стабілізується маятниковим компенсатором або компенсаційним механізмом.
   - Забезпечують досить високу точність і зручність роботи. Оператору достатньо встановити нівелір приблизно горизонтально за круговим рівнем, а компенсатор автоматично усуває невеликі відхилення від горизонту.
2. Електронні (цифрові) нівеліри
   - Оснащені вбудованою електронною системою зчитування відліків по спеціальних штрих-кодних рейках або цифрових рейках.
   - Автоматично обчислюють висоти й перевищення, зберігають результати у пам’яті приладу. Зменшують вплив людського чинника при відліку, підвищують продуктивність польових робіт.
3. Оптико-механічні нівеліри (класичні)
   - Мають систему циліндричного рівня, закріпленого над або збоку від зорової труби. Для точної установки в горизонт оператор вручну регулює гвинти, орієнтуючись на показники рівня.
   - Нині використовуються рідше завдяки появі автоматичних нівелірів із компенсаторами, але все ще можуть зустрічатися у навчальних цілях чи в специфічних умовах.
4. Лазерні нівеліри
   - Замість оптичної системи візування застосовують лазерний промінь, що проектує горизонтальну площину чи лінію.
   - Зручні в будівельно-оздоблювальних роботах на відносно невеликих відстанях, але для точних геодезичних завдань частіше використовують традиційні (автоматичні чи цифрові) нівеліри з рейками.

Класифікація нівелірів за точністю:

1. Високоточні (геодезичного класу)

- Забезпечують дуже малі середні квадратичні похибки нівелювання на 1 км подвійного ходу (на рівні ±0.5 мм і краще).
- Використовуються для створення державних нівелірних мереж I–II класу, точних деформаційних спостережень.

2. Технічні

- Мають середню квадратичну похибку в межах ±2.0 мм або трохи кращу на 1 км подвійного ходу.

- Використовуються в будівництві, при виконанні землевпорядних робіт, топографічних зйомках середньої точності.

3. Спеціальні (прецизійні, промислові).

Можуть забезпечувати ще вищу точність, ніж високоточні, але мають дуже обмежене коло застосувань (моніторинг унікальних споруд, прецизійні наукові експерименти). Нерідко комплектуються: високоточними рейками з інварною стрічкою, температурними датчиками тощо.

Коротка порівняльна таблиця нівелірів за конструкцією та точністю

Тип нівеліра	**Конструктивні особливості**	**Орієнтовна точність (СКП на 1 км подвійного ходу)**	**Сфера застосування**
Оптичний (автоматичний)	Має маятниковий або магнітний компенсатор, оптичну зорову трубу з сіткою ниток і круглим рівнем для попереднього нівелювання.	±1.0…±2.5 мм	Загальнобудівельні, топографічні зйомки, землевпорядні роботи.
Електронний (цифровий)	Вбудована електронна система зчитування відліків зі штрих-кодних рейок; автоматичний компенсатор, можливість збереження даних.	±0.7…±2.0 мм	Інженерно-геодезичні вишукування, високоточні нівелювальні мережі, кадастрові роботи.
Оптико-механічний (старого типу)	Зоровий тракт із циліндричним рівнем, ручне наведення в горизонт (без компенсатора).	±2.0 мм і більше	Застарілі моделі, навчальна практика, деякі вузькоспеціальні умови.
Лазерний	Лазерний промінь замість оптичного візування, простий у використанні на короткі відстані, у приміщеннях.	Відносно невелика точність (±2…±3 мм на 10-15 м)	Будівельно-оздоблювальні роботи, внутрішні планувальні завдання.

Примітка: точні цифри похибок можуть змінюватися залежно від конкретних моделей та виробників.

Нівеліри поділяються на декілька типів залежно від конструкції (оптичні, електронні, лазерні) та класу точності (технічні, високоточні, спеціальні). Правильний вибір нівеліра визначається завданнями, які потрібно виконати: рівень точності, швидкість зйомки, бюджет проєкту та умови використання. У сучасній геодезичній практиці переважають автоматичні й електронні нівеліри завдяки їхній надійності, високій точності та простоті експлуатації.

1.2. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією нівелірів різних типів
   - Розглянути будову класичних оптичних (автоматичних), електронних і, за наявності, інших моделей нівелірів.
   - Визначити основні вузли приладу (зорову трубу, компенсатор, рівні, кріплення на штативі) та принципи їхньої взаємодії.
2. Вивчити технічні характеристики та можливості кожного нівеліра
   - Знайти в технічній документації або інструкціях значення середньої квадратичної похибки (СКП), діапазон роботи компенсатора, максимальну відстань візування тощо.
   - Порівняти отримані характеристики, виділити сильні й слабкі сторони різних типів приладів для конкретних застосувань (будівництво, топографічна зйомка, висотні мережі).
3. Освоїти методику взяття відліків по нівелірних рейках
   - Для оптичних (автоматичних) нівелірів: відпрацювати на практиці налаштування різкості окуляра та об’єктиву, коректне встановлення хрест ниток на шкалі рейки, спостереження стабільності компенсатора.
   - Для електронних нівелірів: ознайомитися з принципом зчитування штрих-кодної (цифрової) рейки, навчитися зберігати дані у пам’яті приладу (за можливості) та переглядати результати.
4. Виконати контрольні вимірювання
   - Встановити нівелір на штатив, зорієнтувати його за круглим рівнем (для оптичних приладів) чи за показниками електронної системи.
   - Взяти декілька відліків (по задній і передній рейках) і порівняти результати між різними типами нівелірів.
   - Звернути увагу на відхилення під час повторного вимірювання тієї ж самої відстані (оцінка стабільності показників).
5. Проаналізувати зручність експлуатації та точність отриманих відліків
   - Відзначити швидкість наведення, легкість зчитування показів, вплив суб’єктивних чинників (оператора) на кінцевий результат.
   - Виявити, як різні конструктивні рішення (компенсатор, електронний відлік тощо) позначаються на точності та швидкості вимірювань.
6. Оформити результати спостережень та зробити висновки
   - Записати у робочий журнал основні характеристики кожного нівеліра (за документацією) і результати фактичних вимірювань.
   - Порівняти похибки й визначити, яка модель краще підходить для конкретного класу робіт (технічне нівелювання, прецизійне тощо).
   - Зробити узагальнений висновок про переваги та недоліки кожного типу нівеліра, враховуючи умови застосування.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ №4

Вивчення електронних тахеометрів: будова, налаштування, вимірювання відстаней і кутів

1. Мета: Ознайомитися з будовою електронного тахеометра (total station), опанувати його базові функції та режими роботи. Навчитися виконувати вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, а також відстаней у відбивачевому та безвідбивачевому режимах

Прилади: електронний тахеометр, штатив, призма-відбивач.

3.1. Теоретичні відомості

1. Будова електронного тахеометра

- Поєднує в собі кутомірний блок (аналог теодоліта) й електронний далекомір (вимірювання відстаней).
- Має вбудовані функції для визначення горизонтальних і вертикальних кутів, а також електронні схеми для обчислення дистанції на основі фазового чи імпульсного методу.
- Обладнаний дисплеєм, клавіатурою (або сенсорним екраном), внутрішньою пам’яттю для зберігання результатів вимірювань та, зазвичай, функціями обчислення координат.

2. Режими вимірювань

Відбивачевий режим: відстань вимірюється до призми-відбивача, установленої на певній точці.

Безвідбивачевий режим: передбачає відбиття лазерного імпульсу безпосередньо від поверхні об’єкта (корисний у випадках, коли встановити відбивач неможливо чи складно).

3. Координатні обчислення

– Тахеометр може розраховувати координати X, Y, Z точок, якщо відома вихідна станція (координати установки приладу та початковий азимут).

– Для цього зазвичай задають висоту інструмента (HI), висоту відбивача (HR) і напрямок орієнтування.

4. Точність вимірювань

- Залежить від класу приладу (типова кутова точність від 1" до 7", лінійна похибка від 1 до декількох мм + ppm для віддалеміра).
- У безвідбивачевому режимі точність може бути гіршою, залежно від віддаленості й характеру поверхні.

3.2. Порядок виконання роботи

o Встановити тахеометр на штатив, використовуючи виску чи лазерний центрир для точного центрування над опорною точкою.

o Нівелювати прилад за допомогою підйомних гвинтів і електронного (чи кругового) рівня.

o Прийняти або задати відомий напрям (наприклад, відлік 0° на базовий репер).

o Ввести у прилад висоту інструмента (HI) й висоту відбивача (HR).

- Вимірювання кутів та відстаней

o Навести тахеометр на ціль (призму) в відбивачевому режимі, виконати вимір горизонтального та вертикального кутів, а також лінійної дистанції.

o Порівняти отриманий результат з безвідбивачевим виміром (якщо це підтримується) за умови наявності видимої цілі.

o Повторити вимірювання для 2–3 різних точок, записуючи результати в польовий журнал або зберігаючи у пам’яті приладу.

- Координатні розрахунки

o Якщо прилад підтримує функцію обчислення координат, отримати X, Y, Z для кожної точки (при заданих координатах станції).

o Якщо робиться ручний розрахунок, використати формули переходу з полярних координат (кут, відстань, азимут) у прямокутні (X, Y), врахувавши висоту інструмента й відбивача для Z.

- Аналіз точності та нев’язок

o Якщо є замкнений полігон (2–3 точки), можна перевірити нев’язку за координатами.

o Оцінити, чи відповідають результати вимогам технічної точності, вказаної в паспорті приладу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Вовк М. М. Геодезичні прилади та методи високоточного вимірювання: монографія / М. М. Вовк, В. Я. Старостенко, В. О. Прокопенко. – Київ: КНУ імені Т. Шевченка, 2021. – 312 с.

2. Дубовик О. В. Сучасні технології у геодезичних вимірюваннях: навчальний посібник / О. В. Дубовик. – Київ: НАУ, 2020. – 254 с.

3. Татарчук Я. Д. Інноваційні геодезичні прилади та їх застосування у будівництві: навчальний посібник / Я. Д. Татарчук, Н. В. Сидоренко. – Полтава: Полтавська політехніка, 2022. – 197 с.

4. Гнатенко І. М. Методичні рекомендації з використання сучасних оптичних приладів у геодезичній практиці / І. М. Гнатенко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2023. – 148 с.

5. Лисюк С. М. Лазерні та електронні прилади в геодезії: актуальні напрямки досліджень: монографія / С. М. Лисюк. – Одеса: ОДАБА, 2024. – 220 с.

6. Мороз О.І, Тревого І.С. Сучасні геодезичні прилади: Навчальний посібник / Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 484 с.

Інформаційні ресурси в інтернеті:

1. Бібліотечна-інформаційний ресурс (книжковий фонд, періодика, фонди на електронних носіях тощо) бібліотеки Житомирської політехніки;

2. Бібліотечно-інформаційний ресурс Житомирської обласної універсальної наукової бібліотеки ім. Олега Ольжича (http://www.lib.zt.ua/, 10014, м. Житомир, Новий бульвар, (0412) 37-84-33);

3. Бібліотечно-інформаційний ресурс Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського (http://www.nbuv.gov.ua/, Київ, просп. 40-річчя Жовтня, 3 +380 (44) 525-81-04);

4. Інституційний репозитарій Житомирської політехніки (наукові статті, автореферати дисертацій та дисертації, навчальні матеріали, студентські роботи, матеріали конференцій, патенти, комп'ютерні програми, статистичні матеріали, навчальні об'єкти, наукові звіти);

КУНИЦЬКА Марина Сергіївна

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення практичних занять
з навчальної дисципліни
«ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. акр. 1,56. Обл. вид. арк. 1,72.

Державний університет «Житомирська політехніка»
10005, Житомир, вул. Чуднівська,103
https://ztu.edu.ua/