

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «22» вересня 2021 р. № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Маркшейдерські та геодезичні прилади»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

Рекомендовано на засіданні
кафедри маркшейдерії
протокол від «28» серпня 2021 р. № 6

Розробники: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії
асист. кафедри маркшейдерії

Котенко В.В.
Куницька М.С.

Житомир
2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28 / 2</i>

Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Маркшейдерські та геодезичні прилади» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» освітньо-професійна програма «Гірництво» / **В.В. Котенко, М.С. Куницька.** – Житомир: Житомирська політехніка, 2021. – 28 с.

Упорядники:

Котенко Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Куницька Марина Сергіївна, асистент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Відповідальний за випуск:

Котенко Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Рецензенти:

Зав. кафедри, кандидат технічних наук **С.І. Башинський** (кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. М.Т. Бакка, Житомирська політехніка);

В.о. зав. кафедри, кандидат технічних наук **С.С. Іськов** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

© Котенко В.В., 2021

© Куницька М.С., 2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 3

ВСТУП

Під час вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти ознайомляться із сучасними геодезичними і маркшейдерськими приладами, що використовуються в маркшейдерській практиці при розробці родовищ корисних копалин, та отримують практичні навички експлуатації цих приладів. Перед початком роботи з геодезичними приладами слід ознайомитись з основними правилами поводження під час виконання лабораторних робіт:

1. Спочатку встановлюють штатив, після чого витягають прилад з футляра.
2. Прилад потрібно брати за підставку (трегер).
3. Після встановлення приладу на штатив його слід закріпити становим гвинтом та захистити парасолькою від сонця та опадів.
4. Обертати рухомі частини потрібно повільно, не докладаючи значних усиль. Якщо обертати важко, то слід звернутися до викладача.
5. Навідними гвинтами слід працювати на середині їх ходу.
6. Робота навідних гвинтів та барабана (маховичка) оптичного мікрометра повинна закінчуватись на вгвинчування (за ходом годинникової стрілки). Якщо гвинт загвинчено більше, його слід вигвинтити та знову вгвинтити.
7. Для закріплення зорової труби, алідади, тощо не слід сильно загвинчувати закріпні гвинти.
8. Під час роботи не слід залишати прилад без нагляду.
9. Під час транспортування прилад слід оберегати від ударів та різких струсів (особливо нівеліри з компенсаторами).
10. При перенесенні приладу, закріпленому на штативі, на невеликі відстані він повинен знаходитись у вертикальному положенні.
11. Під час укладання приладів у футляр відкріплюють закріпні гвинти, кладуть прилад до футляру, закріплюють пакувальні гвинти, закріплюють закріпні гвинти.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 4

Лабораторна робота № 1

Класифікація геодезичних приладів та їх призначення

Тема: Класифікація геодезичних приладів та їх призначення

Мета роботи: Ознайомитись з класифікацією геодезичних приладів

Прилади: ГОСТ 21830-76

Короткі теоретичні відомості

1. Призначення і класифікація геодезичних приладів.

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 використовуюваного носія інформації. Геодезичні прилади призначені для вирішення наукових і практичних завдань, таких як:

- побудова опорної геодезичної мережі, інженерних вишукувань, роботи в будівництві і експлуатації інженерних споруд.
- інженерні роботи при: а) землеустрої; б) геологічних роботах; в) гідромеліоративних роботах та інше.
- контроль геометричних параметрів на машинобудівних заводах, де геодезичний прилад використовується як зразковий засіб атестації.

Всі геодезичні прилади можна умовно розбити на 6 груп (класів):

1. Теодоліти – прилади для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів (зенітних відстаней);
2. Нівеліри – прилади, що застосовуються для вимірювання перевищень (висот);
3. Віддалеміри (далекоміри) – прилади для вимірювання довжин ліній;
4. Комбіновані прилади:
 - а) тахеометри – прилади для вимірювання горизонтального і вертикального кутів, довжин ліній і перевищень;
 - б) кіпрегелі – прилади для вимірювання вертикальних кутів, відстаней, перевищень і графічної побудови напрямків при топографічній зйомці.
5. комплектуєчі приладдя: штативи, рейки, масштабні лінійки, центрири, рівні, орієнтир-бусолі, рулетки, транспортири та інші.
6. спеціальні геодезичні прилади: візуальні і фотоелектричні автоколіматори, гіртеодоліти, лазерні прилади, прилади для вимірювання створів, для горизонтування.

В залежності від геодезичних робіт застосовують спеціальні геодезичні прилади: автоколіматори АК-02Н; АК-05; АК-1 (число в позначці означає СКП зняття відліку, У – уніфікований (дає виміри як по горизонталі, так і по

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 5</i>

вертикалі). Є велика група фотоелектронних автоколіматорів, які в діапазоні декількох градусів мають точність 0,01". Фотоелектронні автоколіматори повністю автоматизовані. Великим класом спеціальних приладів є лазерні геодезичні прилади: лазерні теодоліти, лазерні візирі, лазерні нівеліри і лазерні прилади вертикального проектування. До спеціальних приладів відносяться гоніометри (в тому числі і лазерні) – прилади для атестації оптичних деталей приладів.

2..Види геодезичних приладів

2.1. Прилади для вимірювання кутів

1. Теодоліт – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів.
2. Повторювальний теодоліт – теодоліт будова якого допускає обертання аліадади, як окремо від лімба так і спільно з ним.
3. Гіротеодоліт – теодоліт з гірокомпасом.
4. Бусоль – геодезичний прилад , призначений для вимірювання геодезичних азимутів.
5. Кодовий теодоліт – теодоліт , який має перетворювач «кут-код».
6. Астрономічний теодоліт – теодоліт, пристосований для астрономічних спостережень з метою визначення широти, довготи та азимуту.
7. Гірокомпас – по ГОСТу 19156-73: механічний прилад для визначення напрямку справжнього меридіану , курсу об'єкта , а також азимуту.

2.2. Прилади для вимірювання довжин ліній

8. Базисний прилад – геодезичний прилад для вимірювання довжин ліній безпосередньо відкладанням мірних дротів.
9. Геодезичний далекомір – геодезичний прилад для визначення довжин ліній без безпосереднього відкладання мір довжини уздовж вимірюваних ліній.
10. Оптичний далекомір – геометричний далекомір, який використовує для визначення відстаней оптичні елементи.
11. Нитковий далекомір – оптичний далекомір з постійним кутом, утвореним променями, що проходять через два віддалемірних штриха сітки ниток і вузлову точку об'єктива зорової труби.
12. Електромагнітний далекомір – геодезичний далекомір, принцип дії якого заснований на вимірюванні часу проходження електромагнітних хвиль.

2.3. Прилади для вимірювання перевищень

13. Геодезичний висотомір – геодезичний прилад, призначений для визначення висот або перевищень
14. Нівелір – геодезичний висотомір, для визначення переміщень горизонтальною лінією візування.

2.4. Комбіновані геодезичні прилади

15. Тахометр – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів , довжини ліній та перевищень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 6

2.5. Інші геодезичні прилади

16. Екліметр – ручний геодезичний прилад , призначений для вимірювання кутів нахилу ліній .

17. Екер – геодезичний прилад , призначений для відкладення на місцевості фіксованого кута .

18. Геодезичний центрир – геодезичний прилад, призначений для стрімкого проєктування точок однієї поверхні на іншу.

19. Оптичний центрир – геодезичний центрир з оптичною системою для візуального спостереження точок.

20. Односторонній оптичний центрир – оптичний центрир з візирної віссю, спрямованої або тільки вниз, або тільки вгору.

21. Двусторонній оптичний центрир – оптичний центрир, візирна вісь, якого може бути спрямована як вниз, так и вгору.

22. Відвіс – механічний центрир маятникового типу.

3. Основні вузли і приладдя геодезичних приладів

23. Аліадада – частина геодезичного приладу розміщена співвісно з лімбом і має елементи відлікового пристрою.

24. Шкала – По ГОСТ 16263-70.

25 . Ділення шкали – По ГОСТ 16263- 70.

26. Розмітка шкали – По ГОСТ 16263-70.

27. Лімб – це робоча міра теодоліта у вигляді поділок кругової шкали, нанесеної на скляний круг оптичних теодолітів.

28. Штатив геодезичного приладу – приладдя геодезичного приладу, призначене для установки на ґрунт і закріплення на ній приладу.

29. Відліковий прилад – По ГОСТ 16263-70 (прилад для відліку довжини кутів).

30. Візир – візирне пристрій геодезичного приладу для попереднього наведення на об'єкт.

31. Геодезичний рівень – пристрій , який призначений для визначення наложення геодезичного приладу і його окремих вузлів відносно відвісної лінії.

32. Рідинний рівень – рівень з ампулою, заповненою рідиною так, щоб усередині неї залишилося вільний простір у вигляді бульбашки.

33. Круглий рівень –рідинний рівень, у якого внутрішня поверхня верхньої частини ампули має сферичну форму.

34. Циліндричний рівень – рівень у якого внутрішня поверхня ампули має тороїдальну форму .

35. Підставка геодезичного приладу – нижня частина геодезичного приладу , яка призначена для установки і горизонтування.

36. Навідний пристрій геодезичного приладу – встановлений пристрій для наведення зорової труби на візирну ціль.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 7</i>

37. Закріплений пристрій геодезичного приладу – установочний пристрій для закріплення рухового вузла геодезичного приладу в заданому положенні.

38. Візирна марка – візирна ціль у вигляді пластини з малюнком, симетричним відносно осі обертання пластини.

39. Геодезична рейка – візирна ціль, яка являється лінійною мірою.

40. Далекомірна рейка – рейка призначена для вимірювання відстаней.

41. Топографічна рейка - рейка призначена для визначення відстаней і перевищень при топографічній зйомках.

42. Мензула – складова частина комплексу для топографічної зйомки, що складається з мензульної дошки і її підставки з установочними пристосуваннями

Лабораторна робота № 2

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

Тема: Вивчення теодолітів різних типів, вивчення основних типів відлікових пристроїв і методики відлічування по них.

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

Прилади й устаткування: теодоліти різних класів точності.

Короткі теоретичні відомості

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

Теодоліти – прилади, призначені для вимірювання горизонтальних кутів та кутів нахилу (або зенітних відстаней). Згідно ГОСТ 23543-79 “Приборы геодезические. Общие технические требования” теодоліти віднесені до групи кутомірних приладів і поділяються на наступні типи:

- за конструкцією на:
 - механічні (верньєрні);
 - оптичні;
 - кодові.
- за призначенням на:
 - геодезичні;
 - астрономічні;
 - маркшейдерські;
 - автоколімаційні;
 - повторювальні.

В окрему групу, згідно даного ГОСТ, виділені гіртеодоліти. Згідно ГОСТ

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 8

10529-79 промисловість виготовляє теодоліти наступних типів Т1, Т2, Т5, Т15, Т30 і Т60 а також їх модифікації. В залежності від модифікації теодоліти можуть бути в наступному виконанні: Т15М, Т30М – в маркшейдерському виконанні; Т5К, Т15К і Т30К з компенсатором кутів нахилу замість рівня при вертикальному крузі; Т1А, Т2А і Т5А – з автоколімаційним окуляром. Деякі моделі теодолітів можуть випускатися з зоровою трубою прямого зображення. При випуску теодолітів – с прямим і оберненим зображенням оптики зорової труби – в марку теодоліта з прямим зображенням приписується літера П, наприклад Т5КП. Для позначення модифікації теодоліта перед позначенням типу теодоліта вказується порядковий номер моделі, наприклад: 2Т2, 4Т30П.

Всі теодоліти, що випускаються, згідно ГОСТ 10529-79 можна поділити на:

- високоточні $\leq 1''$ м β (Т1, ОТ02, Т05);
- точні $\leq 10''$ м β (Т2, Т5);
- технічні $> 10''$ м β (Т15, Т30, Т60).

Приклади теодолітів за класами точності наведені у табл.2.1.

Таблиця 2.1

Тип	Точність	Модифікація	Галузь використання
Т05, Т1	Високоточні	-	Астрономічні спостереження, триангуляція та полігонометрія I та II класів
Т2, Т5	Точні	2Т2А, 2Т2, 3Т2КП, 2Т5К, 2Т5КП	Триангуляція та полігонометрія III та IV класів, 1-го та 2-горозрядів
Т15Т30 Т60	Технічні	Т15К, 2Т15К Т30М, 2Т30М, 2Т30, 2Т30П	Теодолітні ходи, знімальні роботи й інші інженерно-технічні роботи

2.2. Особливості конструкцій теодолітів геодезичних та в маркшейдерському виконанні. Загальні особливості будови теодолітів.

Зорові труби усіх теодолітів мають оптичні візир, в теодолітах серії Т60 допускаються прості. Теодоліти серій Т2, Т5, Т15, Т15М, Т30, Т30М мають нитковий далекомір, коефіцієнт якого складає $100 \pm 0,5\%$, асиметрія далекомірних штрихів складає не більше $0,2\%$. Теодоліти Т1 і Т2 виконанні з двостороннім (по діаметрально протилежним штрихам), а теодоліти Т5, Т15, Т30 і Т60 з

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/9

одностороннім відліком по лімбу. Всі теодоліти, окрім, Т60, мають пристрій електроосвітлення. Оптичні центрири Т1, Т2, Т5 і Т15 вбудовані в алідаду, для теодолітів Т30 і Т60 допускається оптичне центрування через порожнисту вертикальну вісь за допомогою зорової труби. Теодоліти мають рівні при алідадній частині з ціною поділки Т1 – $\tau=10''$, Т2 – $\tau=15''$, Т5 – $\tau=30''$, Т15 – $\tau=45''$, Т30 і Т60 – $\tau=60''$, у теодоліта Т1 рівень при вертикальному крузі з ціною поділки $\tau=10''$, а у Т2 і Т5 – $\tau=15''$. Теодоліти Т5К, Т15К і Т30М мають компенсатор при вертикальному крузі, діапазон роботи якого, відповідно, складає 3', 4' і 5'; помилка компенсації, відповідно, 3", 5" і 10". Теодоліт типа Т60, оснащений зенітною насадкою, дозволяє виконувати вертикальне проектування, починаючи з 1 м – відстані найменшого візування.

Середній термін служби теодолітів повинен бути 8 років, а для теодолітів в маркшейдерському виконанні – 6 років. Сучасні оптичні теодоліти є точними приладами; їх круги і відлікова система виготовлені з оптичного скла. Як правило, відлік виконують за допомогою одного загального для обох кругів відлікового мікроскопа, розташованого поряд із зоровою трубою. Як відлікові пристосування широко використовують оптичні мікрометри (в основному – клинові, рідше – з плоскопаралельними пластинками), шкаловий мікроскопи і мікроскопи з індексом (останні тільки в технічних теодолітах). У теодолітах останніх випусків використовують високоякісні зорові труби відносно невеликої довжини з апохроматичною або ахроматичною корекцією, які можна переводити через зеніт. Труби високоточних приладів забезпечують, як правило, обернене зображення. Останніми роками намітився перехід до труб з прямим зображенням (в приладах масового вживання). Широко використовуються в теодолітах такі елементи, як компенсатор (замість рівня при вертикальному крузі), оптичний центрир в алідадній частині, оптичні візир при трубі, зйомна орієнтир бусоль, далекомірні насадки, призми для крутого візування. Для зручності роботи у більшості теодолітів затискні і навідні пристрої розміщуються на одній механічній осі.

Широкого використання отримали при виготовленні приладів полегшені і високоміцні антимагнітні матеріали і сплави. У геодезичних приладах зорова труба служить для візування і відліку по шкалам рейок, а також для контролю стійкості геодезичних приладів в процесі вимірювань (перевірочні труби). Всі зорові труби як мінімум включають об'єктив (телеоб'єктив), окуляр, сітку ниток. По конструкції зорові труби всіх теодолітів схожі між собою. Розрізняються лише конструкції фокусууючого механізму. В одних моделях (Т30, Т15, Т15К, Т5К) фокусууючи рукоятка – кремальєра – винесена на бічну кришку, в інших (Т5, Т2, 2Т2, 2Т5, 2Т5К) кремальєра виконана у вигляді кільця на трубі.

Особливості будови теодолітів в маркшейдерському виконанні. Теодоліти в маркшейдерському виконанні в основному аналогічні геодезичним теодолітам технічної точності, але мають деякі особливості, які пов'язані з умовами

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 10

виконання зйомок. Так теодоліти в маркшейдерському виконанні мають верхній центр на поверхні зорової труби, що представляє собою заглиблення діаметром не більше 0,5 мм, для центрування теодоліта під точками, які закріплені в стелі виробки. Не рідко в підземних гірничих виробках виникає необхідність у вимірюванні кутів нахилу близьких до 90°. Тому теодоліти в маркшейдерському виконанні мають, для таких цілей, дві зорові труби: головну – центральну і додаткову – ексцентренну. Центральна зорова труба жорстко з'єднана з горизонтальною віссю обертання таким чином, що її візирна вісь лежить в одній площині з вертикальною віссю інструмента. Ексцентренна труба теж з'єднана з горизонтальною віссю, але винесена на її кінець. При такому положенні ексцентренної труби горизонтальний круг теодоліта не заважає вимірюванню кутів в виробках крутого закладення. Враховуючи стиснені умови виконання зйомок зорова труба теодоліту в маркшейдерському виконанні повинна допускати можливість виконання зйомки на невеликі відстані до 1-2 м. Для підвищення продуктивності та якості виконання вимірювань в умовах шахти теодоліти в маркшейдерському виконанні повинні мати системи електричного підсвічування відлікових пристроїв, сітки ниток зорової труби, рівнів і верхнього центру, а також комплект приладдя для автоматичного центрування.

Оскільки умови вимірювання в шахті є несприятливими (запиленість, підвищена вологість, наявність агресивних середовищ і т.ін.) тому теодоліти в маркшейдерському виконанні виготовляються в пиле- та вологозахисному варіанті. При виконанні зйомок в умовах шахти небезпечних по викидах метану та пилу теодоліти з електричними системами виконуються у вибухонебезпечному варіанті. Крім того в комплект теодолітів в маркшейдерському виконанні входить комплект додаткового приладдя для полегшення умов зйомок та для підвищення продуктивності.

Теодоліти технічні Теодоліти технічні призначені для кутових вимірювань при інженерних, геологічних і лінійних дослідженнях, при прокладці теодолітних і тахеометричних ходів, в зйомочних мережах, при перенесенні проектів в природу, при геодезичному забезпеченні будівництва - 4 - споруд і т.п. Ці прилади зазвичай невеликих розмірів, мають малу масу і прості у використуванні. Діаметр горизонтального круга у них в межах 50-80 мм, а вертикального 40- 70 мм, збільшення зорової труби 17-25х. Через відносно невисоку точність ці теодоліти звичайно мають прості відлікові пристрої – в старих конструкціях верньєри, а в сучасних односторонні штрихові і шкалові мікроскопи. До цього класу теодолітів відносяться оптичні теодоліти Т15, Т30, Т60. Оптична схема теодоліта Т30 має одноканальну відлікову систему з взяттям відліків по одній стороні кутомірних кругів. Оцінка доли поділки круга проводиться на око по нерухомому індексу.

Основи метрологічні характеристики теодолітів наведені у табл..2.2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	
		Арк 28/ 11

Таблиця 2.2 .

Основні параметри	Тип теодоліта				
	T1	T2	T5	T15	T30
Середня квадратична похибка вимірювання кута за один прийом, с	1	2	3	15	30
Збільшення зорової труби, разів	30;40	25	25	25	18
Мінімальна відстань візування, м	5	2	2	1,5	1,2
Ціна поділки лімба, минути	10	20	60	60	10
Коефіцієнт ниткового віддалеміра	-	100	100	100	100
Маса теодоліта, кг	11	5	4,5	3,5	2,5

Теодоліт Т2

Оптична відлікова система теодоліта Т2 двостороння і має дві незалежні вітки. Одна вітка – це відлікова система горизонтального кола, інша – вертикального. Кожна вітка призначена для передавання та сполучення зображення діаметрально протилежних штрихів горизонтального чи вертикального кола в поле зору відлікового пристрою мікроскопа. Переключення зображень кругів здійснюється рукояткою, розташованою на колонці приладу. Для сполучення зображень штрихів застосований оптичний мікромір. Він складається з рухливих клинів і шкали, що містить 600 поділок. Ціна однієї поділки шкали – 1". У полі зору відлікового мікроскопа теодоліта Т2 видно два віконця (рис. 2.2). Велике віконце розділене навпіл горизонтальною лінією. У верхній половині видно зображення штрихів основної частини круга, а у нижній – протилежної їй контрольної частини. У малому віконці видно горизонтальний штрих – індекс і зображення штрихів шкали мікроскопа. Щоб зняти відлік, необхідно обертанням маховика мікрометра сполучити зображення верхніх і нижніх штрихів лімба.

Відлік кількості градусів роблять по верхньому оцифрованому штриху, що знаходиться ліворуч від нижнього оцифрованого штриха, що відрізняється від верхнього на 180° . Кількість десятків хвилин дорівнює кількості інтервалів, покладених міжцими штрихами. Одиниці хвилин відраховують у малому віконці за лівим рядом цифр. Десятки секунд відраховують там же, але за рядком цифр, що праворуч. Секунди та їх частки відраховують за нерухомим індексом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 12

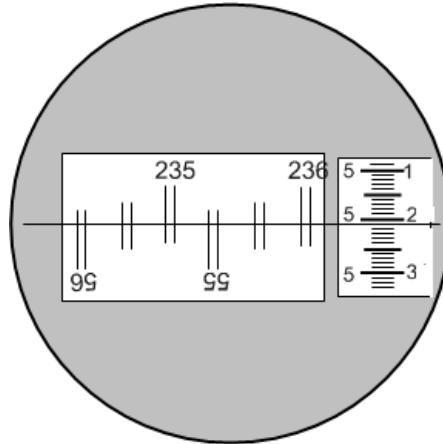


Рис. 2. 2– Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта Т2.
Відлік по горизонтальному колу: $235^{\circ} 15' 20,3''$

Теодоліт 2Т30П

Теодоліт 2Т30П переважно повторює конструкцію теодоліта Т30, водночас він має ряд особливостей, що і дозволили значно підвищити точність приладу. На відміну від Т30, теодоліт 2Т30П має шкаловий відліковий мікроскоп. Тому для усунення рена – зміни збільшення системи – вводиться додаткова лінза.

У теодоліті 2Т30П застосована шкала з ціною ділення $5'$. Відомо, якщо видимий інтервал між штрихами шкали складає $1\text{--}3$ мм, то похибка оцінки частки ділення за умови фізіологічної можливості ока складає $0,05\text{--}0,1$ ділення, тобто в даному випадку $15\text{--}30''$.

Кутомірні кола розділені через 1° . Вертикальне коло має секторну оцифровку від 0° до 90° , причому за основного положення теодоліта – кола ліворуч – знаки відлічуваних по вертикальному колу кутів відповідають знакам вертикальних кутів на місцевості. Відлікова шкала вертикального кола оцифрована у двох протилежних напрямках: для позитивних і негативних кутів. Знак кута визначає підписаний штрих лімба, якщо в межах шкали знаходиться штрих, оцифрований зі знаком мінус, використовується оцифровка шкали десятків хвилин також зі знаком мінус і навпаки.

Горизонтальні кути вимірюються способом колових прийомів чи способом повторень за двох положень теодоліта (коло ліворуч і коло праворуч). Вимірювання вертикальних кутів, як і у Т30, має супроводжуватися спостереженням за положенням бульбашки рівня: перед вимірюванням вертикального кута необхідно ретельно установити бульбашку рівня на середину

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 13

за допомогою підйомних гвинтів підставки.

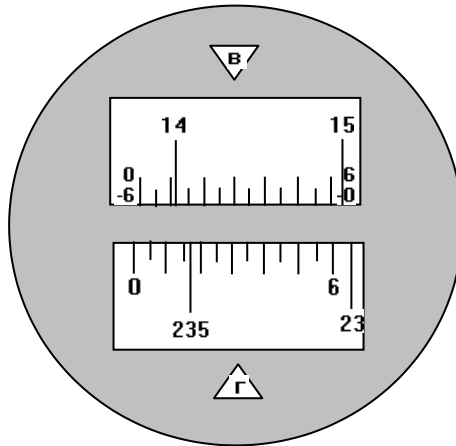


Рис. 2.3. – Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта 2Т30П.

Відлік по горизонтальному колу: $235^{\circ} 15'$

по вертикальному колу: $14^{\circ} 12'$

Теодоліт 2Т5К

Теодоліт 2Т5К був розроблений на основі базової конструкції 2Т2. Теодоліт 2Т5К застосовують для проходження теодолітних, полігонометричних і тахеометричних ходів 1-го і 2-го розрядів, для побудови аналітичних мереж, для топографічних зйомок усіх масштабів, для дослідницьких робіт, для гідрографічних досліджень, у міській і інженерній полігонометрії.

Дослідження теодолітів показують, що середня квадратична погрішність вимірювання горизонтального кута складає 4,5–5,5, вертикального – після введення виправлень на ексцентриситет – 2,8–3,7, похибка визначення перевищень з використанням самовстановлювального індексу вертикального кола складає 1,2–2,2 см на 1 км ходу.

Оптична відлікова система двоканальна – зображення штрихів горизонтального та вертикального кола проєктуються по двох незалежних оптичних каналах.

У теодоліті 2Т5К, як і у 2Т30, застосовано шкаловий відліковий мікроскоп і вертикальне коло із секторною оцифровкою. Основне положення теодоліта – коло ліворуч. За такого положення відлічувані по вертикальному колу кути відповідають за знаком. Горизонтальні кути вимірюють способом колових прийомів (рис. 2.4.).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	
		Арк 28/ 14

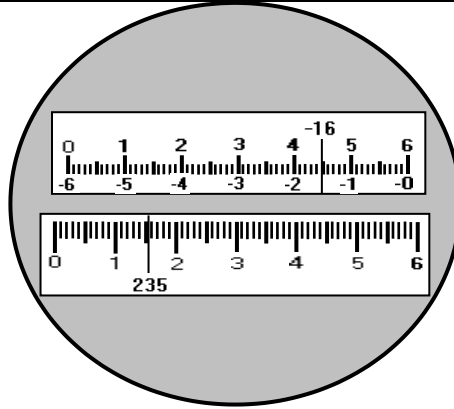


Рис.2.4. – Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта 2Т5К.
Відлік по горизонтальному колу: $235^{\circ} 15,3'$,
по вертикальному колу: $16^{\circ} 15,1'$

Теодоліт Т20

Цей теодоліт має відліковий пристрій – штриховий мікроскоп. Відліки, як по горизонтальному, так і по вертикальному колах, беруться так само, як і в теодоліті Т30. Гірський оптичний теодоліт Т20 призначений для маркшейдерських робіт в підземних виробках і на поверхні. Середня квадратична помилка вимірювання горизонтального кута $\pm 20''$. Теодоліт Т20 пристосований працювати з далекомірною насадкою ДН-10.

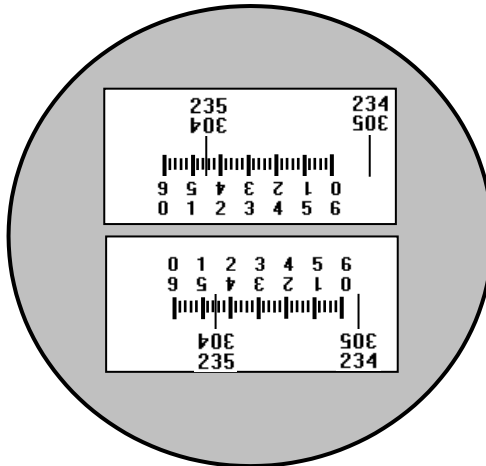


Рис.2.5 – Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта Т20.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 15

Відлік по горизонтальному колу: $235^{\circ} 15'$, по вертикальному колу: $235^{\circ} 15'$

Лабораторна робота №3

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

Тема: 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 зняття відліку по них.

Прилади: нівеліри різних типів.

Короткі теоретичні відомості

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

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

Класифікація нівелірів:

- 1) по точності:
 - високоточні (Н-05);
 - точні (Н-3);
 - технічні (Н-10);
- 2) по конструктивному виконанню:
 - нівеліри з рівнем при зоровій трубі;
 - нівеліри з компенсатором;

У позначенні нівеліра з компенсатором після цифри додається цифра К, буква Л свідчить про наявність горизонтального лімба.

Нівелірні рейки випускаються наступних типів:

- рН-05 – рейка нівелірна, довжиною 3м, що має шкалу ділення через 0,5см;
- нівелірні рейки типів рН-3 і рН-10 – дерев'яні довжиною 3 і 4 м з діленням шкали через 1 см;

Інвентарні рейки мають штрихові шкали з ціною розподілу 5мм.

Нівелір Ni-B3

Нівелір Ni-B3 із компенсатором відноситься до точних нівелірів. Нівелір має маятниковий оптико-механічний компенсатор, розташований в ручці променів, що сходяться. Чутливим елементом компенсатора слугують призми, які входять в систему призм.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 16

Нівелір Ni-B3 призначений для виробництва нівелювання III класу, можуть застосовуватися при геодезичних роботах в будівництві. Ni-B3 відноситься до типу нівелірів з самоустановлювальною лінією візування. Зорова труба дає пряме зображення, різкість якого встановлюється фокусуємим гвинтом подвійної дії, що дозволяє проводити грубе і точне наведення. Закріпний гвинт в нівелірі відсутній. Наближене наведення труби на рейку проводиться від руки, точне візування здійснюється навідним гвинтом нескінченної дії за допомогою маховичків, розташованих по обидві сторони інструменту. Для швидкого приведення на середину бульбашки круглого рівня підйомні гвинти мають великий крок різьблення. Нівелір забезпечений скляним горизонтальним кругом з поділами в градусній мірі. Зображення поділів кола передається в поле зору шкалового мікроскопа, розташованого зліва від окуляра зорової труби.

Основні технічні характеристики:

- 1) Середня квадратична похибка перевищення на 1 км подвійного ходу $\leq \pm 2$ мм.
- 2) Найменша відстань візування 2 м.
- 3) Кут поля зору труби $1^{\circ} 20'$.
- 4) Світловий діаметр об'єктива 45 мм.
- 5) Збільшення зорової труби $28\times$ або $30\times$.
- 6) Ціна поділки шкали лімба 1° .
- 7) Мінімальна відстань візування 3 м.
- 8) Точність взяття відліків по шкалі лімба $1'$.
- 9) Діапазон роботи компенсатора $\pm 15'$
- 10) Точність відліку по шкалі лімба $1'$
- 11) Вага нівеліра – 2,3

Завдяки простоті обслуговування, швидкості і точності вимірювання нівелір Ni-B3 при міських зйомках, при зйомках місцевості, інженерних та архітектурних будівництвах, при топографічних і тахеометричних зйомках з допустимою квадратичною похибкою ± 2 мм/км при подвійному нівелюванні.

Нівелір Н-3

Нівелір Н-3 відноситься до точних нівелірів з рівнем при зоровій трубі, призначений для нівелювання III і IV класів і може використовуватися для вимірювання перевищень при побудові висотної основи топографічних зйомок і при інженерно-геодезичних вишукуваннях, в промисловості і в будівництві. Нівелір має оптико – механічний компенсатор. В якості елемента застосовано прямокутну призму, підвішену на двох парах схрещених сталевих ниток. Зорова труба з внутрішнім фокусуванням дає зворотнє зображення.

Основні технічні характеристики:

- 1) Середня квадратична похибка вимірювання перевищень, мм:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 17

- на 1км подвійного ходу – 3мм;
- на станції при довжині візирного променя 50 м – 2мм;
- 2) Збільшення зорової труби 30^x ;
- 3) Мінімальна відстань візування 2м;
- 4) Коефіцієнт ниткового віддалеміра 100;
- 5) Ціна поділки рівня:
 - циліндричного 15"/2мм;
 - круглого 10'/2мм
- 6) Світловий діаметр об'єктива 40 мм;
- 7) Діапазон роботи компенсатора $\pm 15'$;
- 8) Довжина зорової труби 180 мм;
- 9) Вага нівеліра – 2,5 кг ;

Нівелір містить контактний циліндричний рівень і елеваційний гвинт. Зображення кінців циліндричного рівня передається в полі зору труби. Зорова труба з внутрішнім фокусуванням дає зворотнє зображення предмету.

Юстировка кута «і» нівеліра Н-3 виконується юстировочним гвинтом циліндричного рівня. Нівелір містить закріпний і навідний гвинт зорової труби. В комплект нівеліра входить дві нівелірні рейки типу рН-300 і штатив типу ШР-120. Нівелір складається з двох частин: нерухокої нижньої та верхньої, яка має можливість обертання навколо нижньої на 360° та нахилитись у вертикальній площині на $\pm 20'$. Переміщення фокусууючою лінзою вздовж оптичної осі труби здійснюється обертанням головки труби, яка знаходиться в значенні з рейкою, яка закріплена на оправі фокусууючої лінзи.

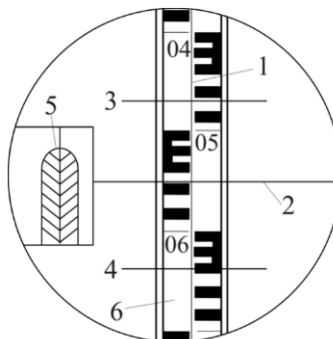


Рис. 3.1. Поле зору труби нівеліра Н-3

Відлік з рейки знімається в міліметрах і складається з чотирьох значущих цифр. Відлік являє собою відстань від нуля шкали рейки до променя даного штриха сітки. Перші дві цифри – номер дециметра, третя – число повних сантиметрових поділок від початку дециметра до даного

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 18

штриха, четверта – десяті долі наступної сантиметрової поділки (знімаються на око). В нашому випадку маємо на рис. 3.1 – за верхнім штрихом – 0472, за середнім – 0559, за нижнім – 0646 мм.

За допомогою віддалемірних штрихів сітки ниток можна визначити віддалі від нівеліра до рейки. Віддалемірні відстані вираховують як різниці між відліками за нижнім та верхнім штрихами (в нівелірів з прямим зображенням навпаки – верхній мінус нижній), помножених на коефіцієнт віддалеміра ($K=100$). В нашому випадку на рис. 3.1:

$$D=(646-472)\times 100=17400 \text{ мм} = 17,4\text{м.}$$

Нівелір Н05

Нівелір Н05 відноситься до високоточних нівелірів з рівнем при зоровій трубі, призначений для нівелювання I і II класів і може використовуватися для високоточних вимірювань в промисловості і в будівництві.

Основні технічні характеристики:

- 1) Середня квадратична похибка перевищення на 1 км подвійного ходу 0,5мм.;
- 2) Найменша відстань візування 2м.;
- 3) Світловий діаметр об'єктива 50 мм.;
- 4) Збільшення зорової труби 28^x або 30^x.;
- 5) Фокусна відстань об'єктива 401 мм.;
- 6) Ціна поділки шкали рівня: циліндричного 10"/2мм;
круглого 5"/2мм.;
- 7) Ціна поділки шкали оптичного мікрометра 0,5 мм.;
- 8) Вага нівеліра – 2,34.

Нівелір Н3К

Нівелір Н3К відноситься до точних нівелірів з рівнем при зоровій трубі, призначений для нівелювання III і IV класів і може бути використаний для вимірювання перевищень при побудові висотного обґрунтування топографічних зйомок.

Основні технічні характеристики:

- 1) Середня квадратична похибка перевищення на 1 км подвійного ходу 3мм.;
- 2) Найменша відстань візування 2м.;
- 3) Світловий діаметр об'єктива 40 мм.;
- 4) Збільшення зорової труби 30^x.;
- 5) Діапазон роботи компенсатора $\pm 15'$;
- 6) Ціна поділки шкали рівня: круглого 10"/2мм.;
- 7) Довжина зорової труби 180 мм.;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 19

8) Вага нівеліра – 2,5 кг;

Лабораторна робота №4

Тема: Перевірка головної умови нівеліра

Мета: ознайомитися з повіркою головної умови нівеліра, з її перевіркою та виконати її на практиці.

Прилади й устаткування: нівелір , штатив

Короткі теоретичні відомості

Основними теоретичними елементами нівеліра є (рис.4.1) вертикальна вісь обертання прилада $Z - Z'$; візирна вісь зорової труби $V - V'$; вісь сферичного рівня $L_1 - L'_1$; вісь циліндричного рівня при трубі $L - L'$; середня горизонтальна нитка сітки зорової труби. Неправильне взаємне положення вище названих геометричних елементів приладу одна з основних причин появи додаткових приладових похибок.

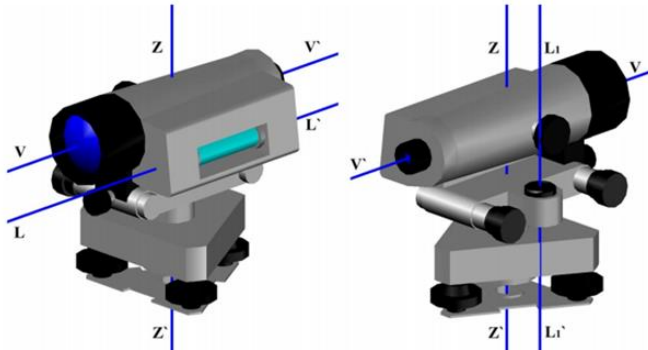


Рис.4.1. Геометричні елементи нівеліра

При нівелюванні взаємне положення геометричних елементів нівеліра повинно відповідати таким умовам: вісь сферичного (круглого) рівня $L_1 - L'_1$ повинна бути паралельна вертикальній осі обертання нівеліра $Z - Z'$; середня горизонтальна нитка сітки зорової труби повинна бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання нівеліра $Z - Z'$; візирна вісь зорової труби повинна бути паралельна осі циліндричного рівня – для нівелірів з рівнем при трубі (головна умова нівеліра); візирна вісь нівелірів з компенсатором повинна бути горизонтальна (головна умова нівеліра).

Повірки і регулювання нівеліра проводять відповідно до приведеної методики дослідження. Перед повірками треба виконати такі операції. Після відкриття футляра треба ознайомитися з укладкою приладу, щоб потім правильно

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 20</i>

встановити його знову в середину футляра. Нівелір необхідно обережно встановити на заздалегідь приготовлений штатив та прикрутити становим гвинтом. Не можна торкатися руками до об'єктива, окуляра та інших оптичних деталей. При зовнішньому огляді приладу встановлюють відсутність видимих пошкоджень: тріщин на оптиці та ампулах рівнів, подряпин та вм'ятин на пофарбованих поверхнях, пошкоджень гвинтів. Перевіряють плавність та рівномірність ходу під'ємних та навідних гвинтів, плавність повороту труби.

4.1. Перевірка паралельності осі сферичного рівня до вертикальної осі обертання нівеліра

Поворотом під'ємних гвинтів виводять бульбашку рівня в центр ампули. Повертають нівелір на 180°, відмічають положення бульбашки. Якщо бульбашка змістилася від центра більше ніж 0,5 поділки шкали рівня, то на половину відхилення переміщують бульбашку рівня виправними гвинтами і виводять її в центр під'ємними гвинтами. Після виправлення рівня перевірку повторюють.

4.2. Перевірка перпендикулярності горизонтальної нитки сітки до вертикальної осі обертання нівеліра

Перший спосіб

Виводять нівелір в горизонтальне положення і наводять трубу на вертикальну рейку (на рейці повинен бути вивіреним рівень). Беруть відлік по одному і другому кінцям горизонтальної нитки сітки, обертаючи трубу в межах поля зору. Якщо відліки відрізняються більше ніж на 1 мм, виконують юстировку. Послаблюють гвинти, які прикріплюють окулярну частину до корпусу труби. Виправляють положення сітки ниток шляхом обертання окулярного патрубку навколо візирної осі труби. Після виправлення гвинти закріплюють і перевірку повторюють.

Другий спосіб

Наводять на шнуровий висок, зображення якого повинно бути паралельним вертикальній нитці сітки. Якщо необхідно, юстировку виконують таким же чином, як і в першому способі.

4.3 Перевірка головної умови нівеліра

Перший спосіб. На місцевості закріплюють дві точки (металеві прутки, забиті в землю), відстань між якими дорівнює 80 – 100 м (рис. 2.2). В лабораторних умовах (в коридорах підвалу НГУ) відстань повинна бути не менше 40 м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/21

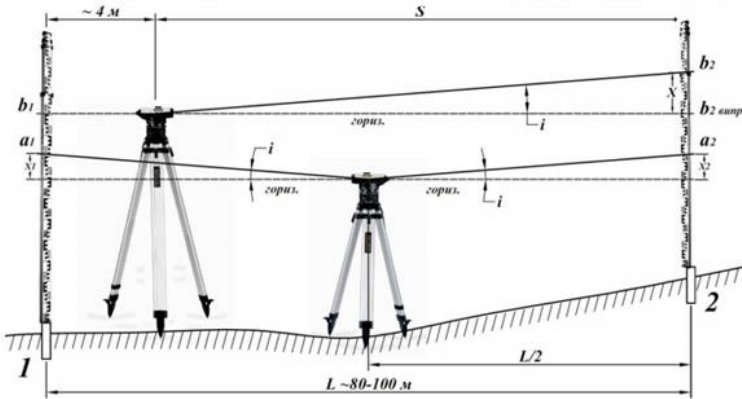


Рис. 4.2. Схема розташування приладів при повірці головної умови нівеліра першим способом

Посередині між точками встановлюють нівелір. Різниця пліч (різниця відстаней до точок назад і вперед) не повинна перевищувати 1% від відстаней між точками 1 і 2. Знімають відліки a_1 і a_2 по рейкам, встановленим відповідно на задній точці 1 і передній точці 2. Визначають перевищення між точками в напрямку 1 – 2 за формулою $h_{\text{іст}} = a_1 - a_2$. Це перевищення приймають за істину, тому що в відліках $a_1 - a_2$ містяться похибки x_1 і x_2 , які мають однакову величину за рахунок однакових відстаней до рейок, однакового кута нахилу осі i в обох напрямках назад і вперед.

Встановлюють нівелір поблизу точки 1 на відстані приблизно 4 метри і знімають відліки по рейкам b_1 і b_2 ; і знову визначають перевищення між точками в напрямку 1 – 2 за формулою $h = b_1 - b_2$. У відліку b_1 міститься невелика похибка, яка знаходиться в межах похибки відліку по рейці. У відліку b_2 міститься практично вся похибка X за рахунок нахилу візирної осі. Цю похибку визначають за формулою $X = h - h_{\text{іст}}$. Визначають кут нахилу візирної осі за формулою $i = X/S \times \rho''$, де S – відстань від нівеліра до дальньої рейки (визначають по дальномірним ниткам зорової труби нівеліра з похибкою 0,1 – 0,2м); ρ'' – один з радіан в секундах, який дорівнює $\rho'' = 206265''$. Допустима величина нахилу візирної осі $i_{\text{доп}} = 10''$ для всіх типів нівелірів. Якщо $i \geq i_{\text{доп}}$ визначають виправлений відлік по дальній рейці за формулою $b_{2\text{вип}} = b_1 - h_{\text{іст}}$. Для контролю знову визначають перевищення за формулою $h = b_1 - b_{2\text{вип}}$. Це перевищення повинно дорівнювати істинному, яке було визначене при нівелюванні із середини за формулою $h_{\text{іст}} = a_1 - a_2$.

Юстировку (виправлення) нівеліра з циліндричним рівнем виконують таким чином. Поворотом елевацийного гвинта встановлюють відлік по дальній рейці $b_{2\text{вип}}$. При цьому візирна вісь нівеліра встановлюється в горизонтальне

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/22

положення, а вісь циліндричного рівня нахилиється на кут i . Бульбашка рівня відхиляється від нуляпункта. Поворотом виправних гвинтів ампули рівня (верхнім і нижнім) виводять бульбашку рівня в нуляпункт. Юстировку (виправлення) нівеліра з компенсатором виконують таким чином. Поворотом виправних гвинтів сітки ниток (верхнім і нижнім) встановлюють відлік по дальній рейці $b_{2\text{вип}}$. Якщо діапазону роботи цих гвинтів недостатньо, то виправляють компенсатор. Виправлення компенсатора треба робити в спеціальній майстерні. Після юстировки перевірку головної умови нівеліра повторюють.

Приклад розрахунків:

$$\alpha_1 = 1470 \text{ мм}; \alpha_2 = 1840 \text{ мм};$$

$$h_{icm} = \alpha_1 - \alpha_2 = 1470 - 1840 = -370 \text{ мм}$$

$$b_1 = 1530 \text{ мм}; b_2 = 1920 \text{ мм}; h = b_1 - b_2 = 1530 - 1920 = -390 \text{ мм}$$

$$X = h - h_{icm} = -390 - (-370) = -20 \text{ мм}$$

$$i = \frac{X}{S} \times \rho = \frac{-20}{80000} \times 206265 = -51,566'' = -51,6''$$

$$i \geq i_{дон} \text{ отже, } b_{2\text{вип}} = b_1 - h_{icm} = 1530 - (-370) = 1900 \text{ мм}$$

$$h = b_1 - b_{2\text{вип}} = 1530 - 1900 = -370 \text{ мм}$$

Отже $h = h_{icm} - 370 \text{ мм} = -370 \text{ мм}$.

Другий спосіб. Як і в першому способі на місцевості закріплюють дві точки (рис. 4.3).

Встановлюють нівелір біля однієї з точок (точка 1). Вимірюють висоту нівеліра v_1 (вертикальна відстань від точки до середини окуляра). Наводять на рейку, яка встановлена на дальній точці 2 і знімають відлік по рейці α_2 . Визначають перевищення між точками в напрямку 1 – 2 за формулою

$$h_{1-2} = v_1 - \alpha_2$$

За рахунок нахилу візирної осі на кут i відлік α_2 вміщує похибку X . Істинне перевищення (без похибки) дорівнює

$$h_{icm(1-2)} = v_1 - \alpha_2 + X.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 23

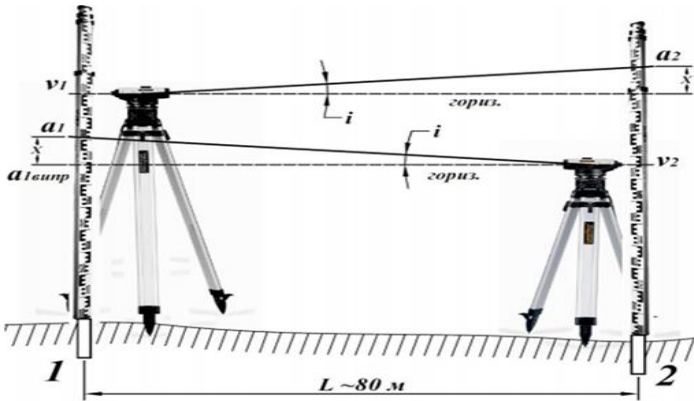


Рис. 4.3. Схема розташування приладів при повірці головної умови нівеліра другим способом

Переносять нівелір і встановлюють його біля точки 2. Вимірюють висоту нівеліра v_2 . Наводять на рейку, яка встановлена в дальній точці 1 і знімають відлік по рейці α_1 . Визначають перевищення між точками в тому ж самому напрямку 1 – 2 за формулою $h'_{1-2} = \alpha_1 - v_2$. За рахунок нахилу візирної осі на кут i відліку α_1 вміщує туж саму похибку X . Істинне перевищення (без похибки) дорівнює $h_{іст(1-2)} = \alpha_1 - X - v_2$.

Середнє значення перевищення не вміщує похибки X .

$$h_{сер} = \frac{v_1 - \alpha_2 + X + v_1 - \alpha_2 - X - v_2}{2} = \frac{v_1 - \alpha_2 + \alpha_2 - v_2}{2}$$

Визначають похибку X за формулою:

$$X = h'_{1-2} - h_{сер}$$

Визначають кут нахилу візирної осі за формулою :

$$i = \frac{X}{L} \times \rho''$$

Якщо $i \geq i_{доп}$ визначають виправлений відлік по дальній рейці $\alpha_{1_{вип}}$ за формулою $\alpha_{1_{вип}} = \alpha_1 - X$.

Юстировку (виправлення) нівеліра виконують таким же чином, як і в першому способі. Якщо нівелір з циліндричним рівнем, то поворотом елевацийного гвинта встановлюють відлік по дальній рейці $\alpha_{1_{вип}}$, а поворотом виправних гвинтів ампули рівня виводять бульбашку рівня в нульпункт. Якщо нівелір з компенсатором, то поворотом виправних гвинтів сітки ниток встановлюють відлік по дальній рейці $\alpha_{1_{вип}}$.

Приклад розрахунків:

$$v_1 = 1530 \text{ мм}; \alpha_2 = 1920 \text{ мм};$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	
		Арк 28/24

$$\begin{aligned}
 h_{1-2} &= v_1 - \alpha_2 = 1530 - 1920 = -390 \text{ мм} \\
 v_2 &= 1570 \text{ мм}; \alpha_1 = 1220 \text{ мм}; \\
 h'_{1-2} &= \alpha_1 - v_2 = 1220 - 1570 = -350 \text{ мм} \\
 h_{сер} &= \frac{v_1 - \alpha_2 + \alpha_2 - v_2}{2} = \frac{1530 - 1920 + 1220 - 1570}{2} = -370 \text{ мм} \\
 X &= h'_{1-2} - h_{сер} = -350 - (-370) = 20 \text{ мм} \\
 i &= \frac{X}{L} \times \rho = \frac{20}{80000} \times 206265 = 51,6'' \\
 \alpha_{1_{вн}} &= \alpha_1 - X = 1220 - 20 = 1200 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	
		<i>Арк 28/25</i>

ОЦІНЮВАННЯ ЗВІТУ

Під час оцінювання звіту з лабораторних робіт враховується:

- вчасність виконання завдань практичної роботи;
- оформлена звітність згідно з метою та завданнями роботи;
- аргументовані висновки за результатами роботи;
- уміння студента якісно подати результати роботи.

№	Тема	Бал
1	Класифікація геодезичних приладів та їх призначення	10
2	Вивчення теодолітів різних типів. Вивчення основних типів відлікових пристроїв і методики зняття відліків відліків по них.	10
3	Вивчення нівелірів різних типів. Вивчення основних типів відлікових пристроїв і методики зняття відліків по них.	10
	Перевірка головної умови нівеліра	10
	Усього	40

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/26

Рекомендована література:

Основна:

1. Тревого І.С. Геодезичні прилади: практикум / І.С. Тревого, Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 196 с.
2. Боровий В.О. Геодезичні прилади : конспект лекцій для студентів спеціальностей 6.070904 – Землепорядкування та кадастр, 7.070908
3. Геоінформаційні системи і технології. / В. О Боровий, Р. М. Літнарівч. – Чернігів : ЧДІЕіУ, 2003. - 94с.
4. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади : підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів. – Львів : ІЗМН, 2000. - 324 с.

Допоміжна:

1. Шевченко Т. Г. , Мороз О. І., Тревого І. С. Геодезичні прилади: Підручник/ За редакцією Шевченка Т. Г. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. — 464 с.
2. Тревого І. С., Шевченко Т. Г. , Мороз О. І., Геодезичні прилади:Практикум/ За редакцією Шевченка Т. Г. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. — 196 с.
3. Літнарівч Р.М. Польовий компаратор ЧДІЕіУ. Чернігів, ЧДІЕіУ, 2002, - 16 с.
- 4.Літнарівч Р.М., Мардієва Л.П., Ярош Ю.В. Будова і робота світловіддалеміра СТ5. Навчальний практикум по курсу “Електронні геодезичні прилади”, ЧДІЕіУ,Чернігів,2000, - 38 с

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	Екземпляр № 1	Арк 28/27

ЗМІСТ

	Вступ	3
1.	Лабораторна робота № 1	4
2.	Лабораторна робота № 2	7
3.	Лабораторна робота № 3	15
4.	Лабораторна робота № 4	19
5.	Оцінювання звіту	25
6.	Список рекомендованої літератури	26

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.10-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/28</i>

КОТЕНКО Володимир Володимирович
КУНИЦЬКА Марина Сергіївна

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«Маркшейдерські та геодезичні прилади»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

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