

П.О. Сухий, В.І. Сабадаш, М. П. Ранський, Ю.І. Сендзій



У пропонованому навчально-методичному посібнику розглянуті основи високоточних інженерно-геодезичних вимірювань. Розкрито геодезичну основу інженерних споруд. Значна увага приділена високоточним вимірюванням кутів, довжин ліній та перевищень. Детально розглянуті високоточні створні вимірювання.

Для студентів спеціальності «Геодезія та землеустрій», «Будівництво та цивільна інженерія», «Архітектура та містобудування».

ВИСОКОТОЧНІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ



Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

П.О. Сухий, В.І. Сабадаш М. П. Ранський, Ю.І. Сендзік

ВИСОКОТОЧНІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Лабораторний практикум



Чернівці

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2023

УДК 528.48 (075.8)
С 912

Друкується за ухвалою вченої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича
(протокол № 11 від 25 жовтня 2021 року)

Рецензенти:

Перович Ігор Львович, доктор технічних наук, професор кафедри землеустрою та кадастру Івано-Франківського національного університету нафти і газу;

Корбутяк Василь Михайлович, кандидат технічних наук, доцент кафедри землеустрою кадастру, моніторингу земель та геоінформатики Національного університету водного господарства та природокористування

Сухий П.О., Сабадаш В.І., Ранський М.П., Сендзік Ю.І.

С 912

Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання : лабораторний практикум / П.О. Сухий, В.І. Сабадаш, М.П. Ранський, Ю.І. Сендзік. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 148 с.

У пропонованому навчально-методичному посібнику розглянуті основи високоточних інженерно-геодезичних вимірювань. Розкрито геодезичну основу інженерних споруд. Значна увага приділена високоточним вимірюванням кутів, довжин ліній та перевищень. Детально розглянуті високоточні створні вимірювання.

Для студентів спеціальності «Геодезія та землеустрій», «Будівництво та цивільна інженерія», «Архітектура та містобудування».

УДК 528. 48 (075,8)

© П.О. Сухий, 2023

© В.І. Сабадаш, 2023

© М.П. Ранський, 2023

© Ю.І. Сендзік, 2023

© Чернівецький національний
університет імені Юрія Федьковича, 2023

ПЕРЕДМОВА

Сучасний розвиток науки і техніки та вимоги сьогодення зумовлюють необхідність зведення складних інженерних споруд, які передбачають дотримання високої точності при їх будівництві, монтажі технологічного устаткування й експлуатації.

До таких інженерних споруд можна віднести лінійні та кільцеві прискорювачі ядерних частинок, великі радіотелескопи, атомні, тепло та гідроелектростанції, антенні комплекси, автоматизовані виробничі лінії та інші інженерні споруди.

Впровадження прогресивних технологій будівельно-монтажних робіт спричинило зміни складу і технологій виконання високоточних інженерно-геодезичних робіт, що, у свою чергу, включає застосування парку новітнього геодезичного устаткування. Інженерно-геодезичні вимірювання значною мірою визн

ачають важливість і якість будівельних робіт, а також умови подальшої експлуатації інженерних об'єктів.

Вивченню запропонованого курсу передую дослідження окремих теоретичних питань інженерної геодезії.

У пропонованому виданні наведено лабораторні роботи з високоточного визначення вертикальності та симетричності інженерних споруд; здійснено обробку результатів вимірів горизонтальних зміщень конструкцій будівель; подано високоточні визначення важкодоступних точок споруд електронним тахеометром SET-610; розглянуто проектування геодезичної основи для забезпечення будівництва та обслуговування інженерних споруд. Докладно розглянуті геодезичні прилади, які використовуються при високоточних інженерно-геодезичних вимірюваннях.

ГЛОСАРІЙ

Автоматизація лінійних вимірювань – використання сучасних радіовіддалемірів і світловіддалемірів при проведенні геодезичних робіт.

Вертикальний кут – це кут, який лежить у вертикальній площині.

Високоточне вимірювання довжин ліній – вимірювання ліній сучасних геодезичних віддалемірів, вдосконалення технологій вимірювання.

Високоточні вимірювання кутів – вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів з підвищеною точністю, яке досягається збільшенням кількох прийомів та застосуванням сучасних геодезичних приладів.

Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання – геодезичні вимірювання, які потребують підвищеної точності при зведенні складних інженерних споруд як у плані, так і по висоті.

Відбивач – оптична призма, призначена для зміни або обертання світлового променя, унаслідок відбивання його від граней призми.

Візнарна площина (колімаційна площина) – прямовисна площина, яка містить візирну вісь чи візирний промінь (у ламаних візирних трубах).

Візнарна ціль – знак, предмет, пристосування, які існують або встановлені спеціально в приміщенні чи на місцевості для візування на нього сіткою штрихів зорової труби під час вимірювань геодезичними приладами. Візирною віссю може бути шнур або вістря почепленого виска; електрифікований або табличний сигнал (марка), встановлений на стандартній підставці геодезичного приладу; тичка; візирний циліндр геодезичного знака тощо.

Візирний промінь – лінія, що проходить через задню головну точку об'єктива і проєкцію центра штрихів сітки на спостережуваному предметі.

Віха – вертикальна, пряма жердина, яка встановлюється при виконанні різноманітних знімань для позначення точки на місцевості.

Геодезичний пункт – точка на земній поверхні, розташування якої визначено у певній системі координат за допомогою геодезичних методів, закріплена відповідним знаком.

Геодезичні прилади – механічні, оптико-механічні, електрооптичні та радіоелектронні прилади, які використовуються для вимірювання довжин ліній, кутів, перевищень при створенні опорних геодезичних мереж, виконанні топографічного знімання тощо.

Геоприв'язка – процес співвіднесення координат точок растрового або векторного зображення з реальними просторовими координатами.

Глибинні геодезичні знаки – якірні знаки, що закладаються в стабільні геологічні породи, а самі знаки ізольовані від будівельних конструкцій.

Електронний тахеометр – електронно - оптичний інструмент, що конструктивно являє собою електронний теодоліт інтегрований з електронним віддалеміром та обчислювальним пристроєм з пам'яттю, для одночасного вимірювання відстаней і горизонтальних та вертикальних кутів.

Кодові теодоліти – оптичні прилади, які мають лімб із нанесеним штриховим кодом, за допомогою якого відліки передаються на дисплей.

Компенсатор тахеометра – пристрій, який визначає незначні відхилення тахеометра в горизонтальній та вертикальній площинах і вводить поправки у виміряні кути та відстані.

Лазерний далекомір – невеликий оптико-електронний прилад, призначений для вимірювання відстаней до об'єктів без використання відбивача.

Міл – одиниця вимірювання відстані в англійській системі мір, яка дорівнює 1/1000 дюйма.

Монтаж і експлуатація обладнання великих технологічних комплексів – процес, що потребує високої точності геодезичних вимірювань для взаєморозташування блоків та іншого технологічного обладнання з точність 0,05 - 0,3 мм.

Навігатор – прилад для визначення просторового положення в режимі реального часу з субметровою точністю, прокладання маршрутів руху, запису пройденого шляху та повернення по цьому шляху, а також запису важливих для користувача точок.

Нівелір – оптико-механічний геодезичний інструмент для визначення різниці висот точок земної поверхні.

Перенесення координат і висот на різні горизонти – це застосування методів вертикального проєктування з використанням спеціальних геодезичних приладів.

Польовий компоратор – закріплена на рівній горизонтальній поверхні лінія, в якій з високою точністю визначені довжини 20, 40, 60, 80, 100, 120 м.

Поправка за константу призми – значення поправки, яке визначається технічними характеристиками призмового відбивача.

Презиційні електронні тахеометри – електронні тахеометри, точність вимірювання кутів яких становить $< 1''$, а довжини ліній – 1 мм на 1 км. Використовуються при проведенні високоточних інженерно-геодезичних робіт.

Приціл – пристрій на зоровій трубі приладу, призначений для приблизного спрямування зорової труби на візирну ціль. За принципом дії приціли бувають механічні, оптичні. Механічний складається із цілика (зазвичай проріз в окулярній частині) і мушки (в об'єктивній частині). Оптичні (коліматорні) складаються з лінзи, у фокальній площині якої є сітка штрихів у вигляді прозорого перехрестя на темному фоні. Оскільки лінза і сітка штрихів мають малий діаметр (≈ 5 мм), то спостерігач бачить і предмет, на який візує.

Рефракція – зміна напрямку розповсюдження світла в атмосфері.

СК-42 (Система координат 1942 року) – прямокутна, геоцентрична система координат, розроблена в СРСР у 1942 році.

СК-63 (Система координат 1963 року) – система плоских прямокутних координат у проєкції Гаусса – Крюгера, введена у користування 1963 року та скасована в 1987 році.

Спеціальні геодезичні знаки підвищеної стійкості та реперні пристрої – знаки, що використовуються для вивчення горизонтальних і вертикальних мікрозміщень, як гірських порід так і фундаментів, а стінні шкалові марки – для спостереження за деформаціями будівельних конструкцій.

Спосіб колових прийомів – спосіб, що застосовується у випадках, якщо з одного пункту спостерігається більше двох напрямків; дозволяє послабити вплив помилок, що діють пропорційно часу.

Створ – вертикальна площина, яка включає пряму лінію, дві точки якої закріплюють вісь споруди або вісь якоїсь технологічної лінії.

Створні вимірювання – це вимірювання для встановлення конструкцій і технологічного обладнання в проектне положення.

Типи знаків, що використовуються при високоточних геодезичних роботах, за призначенням поділяються на планові, висотні і планово-висотні; необхідні для закріплення пунктів опорної геодезичної мережі на місцевості.

Транслокація – метод визначення координат одного пункту відносно іншого пункту з відомими координатами.

Трасошукач – прилад, призначений для пошуку кабельних ліній, трубопроводів з метою їх ремонту або реконструкції.

Трегер – підставка для встановлення геодезичних приладів, обладнана трьома підйомними гвинтами та круглим рівнем.

УСК-2000 (Українська система координат 2000-го року) – плоска, прямокутна система координат, введена в Україні з 1 січня 2007 року.

Установлення теодоліта в робоче положення – встановлення вертикальної осі теодоліта прямовисно, за допомогою рівня, а зорової труби та відлікових пристроїв для спостережень.

Фазовий метод вимірювання відстаней – метод, що забезпечує значно вищу точність при проведенні інженерно-геодезичних робіт.

Центральна радіально-кільцева система – це розташування пунктів опорної геодезичної мережі, що має два етапи: 1) вимірювання із центрального пункту до пунктів розташування по колу споруди; 2) подальше згущення за допомогою діагональних побудов або прокладанням полігонометричних ходів по периметру споруди.

Центрування теодоліта – установлення теодоліта в робочому положенні так, щоб його вертикальна вісь проектувалася на вершину вимірюваного кута. До основних частин теодоліта належать також навідні та закріплювальні пристрої, які використовують для спрямування центра сітки штрихів зорової труби на візирну ціль та закріплення рухомих частин приладу в заданому напрямі.

Частота – фізична величина, характеристика періодичного процесу, яка дорівнює кількості повних циклів процесу, здійснених за одиницю часу.

Штатив – прилад у вигляді складної триноги або струбцини для жорсткої фіксації фотографічних, геодезичних та інших приладів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. SOUTH Цифровий нівелір DL-202. Інструкція користувача. South Survey & Mapping Instruments., 2014. 35 с.
2. Баран П.І. Інженерна геодезія. Київ : Віпол, 2012. 628 с.
3. Ващенко В.І., Літинський В.О., Перій С.С. Геодезичні прилади і приладдя. Львів : Євросвіт, 2009. 208 с.
4. Ващенко В.І., Літинський В.О., Перій С.С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2018. 428 с.
5. Ващенко В.І., Перій С.С. Геодезичне проектування вертикального розпланування будівельного майданчика : методичні рекомендації. Львів : ЛНАУ, 2009. 26 с.
6. Войтенко С.П. Інженерна геодезія : підручник. 2-ге вид., виправл. і доповн. Київ : Знання, 2012. 574 с.
7. Войтенко С.П., Боровик В.О. та ін. Високоточні інженерно-геодезичні роботи у будівництві. Київ : ІСД, 1993. 134 с.
8. Волосецький Б.І. Інженерна геодезія, геодезичні роботи для проектування і будівництва водопостачання та гідротехнічних споруд : навч. посібник. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2015. 208 с.
9. Геодезичні прилади SOKKIA CX - 52, - 55. Компактна станція X-extinct : посібник оператора. TOPCON CORPORATION, 2015. 274 с.
10. Заблоцький Ф.Д. Заблоцька О.Ф. Англійсько - український геодезичний словник. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2010. 360 с.
11. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). URL : <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1036.275.0>.
12. Мороз О. І., Тревого І. С. Геодезичні прилади : підручник. 2-ге видання./: за заг. ред. Т. Г. Шевченко. Львів : Видавництво НУЛП. 2009. 484 с.
13. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарновський В.Л. Геодезія : підручник. Частина друга. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2008. 564 с.

14. Ранський М.П., Лупол М.М. Курс інженерної геодезії : навч. посібник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2015. 336 с.
15. Сухий П. О., Ранський М. П. Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання (теорія та практика) : навч.-метод. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 104 с.
16. Сухий П. О., Сабадаш В.І., Смірнов Я.В. Електронні геодезичні прилади та GPS – технології : навчальний посібник. Чернівці : ЧНУ, 2015. 336 с.
17. Сухий П.О., Ранський М.П., Дарчук К.В.. Геодезичні прилади: навч. пос. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 92 с.
18. Сухий П.О., Сабадаш В.І., Дарчук К.В.. Супутникова геодезія : навч. пос. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 372 с.
19. Сухий П.О., Сабадаш В.І., Смірнов Я.В., Дарчук К.В.. Сучасні електронні геодезичні прилади : практикум. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 280 с.
20. Тревого І.С., Шевченко Т.Г., Мороз О.І. Геодезичні прилади. Практикум : навч. посібник. Львів : Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2010. 236 с.

Зміст

Передмова	3
Лабораторна робота № 1	4
Високоточні визначення вертикальності і симетричності споруд типу водонапірної башти та конструкцій промислових споруд	
Тестові завдання	10
Лабораторна робота № 2	13
Спостереження і обробка результатів вимірів за горизонтальними зміщеннями конструкцій будівель	
Тестові завдання	18
Лабораторна робота № 3	21
Визначення висоти важкодоступних точок споруд за допомогою електронного тахеометра SET – 610	
Тестові завдання	23
Лабораторна робота № 4	25
Проектування геодезичної основи для забезпечення будівництва і обслуговування інженерних споруд (на прикладі Хмельницької АЕС)	
Тестові завдання	28
Лабораторна робота № 5	33
Вивчення будови мікронівеліра	
Тестові завдання	35
Лабораторна робота № 6	38
Вивчення будови і методики роботи з лазерним візиром ЛВ - 5	
Тестові завдання	41
Лабораторна робота № 7	44
Обробка результатів спостережень за осіданням будівель споруд	
Лабораторна робота № 8	50
Електронні тахеометри Sokkia SET-610 та Sokkia CX-55 будова та робота з ними	
8.1. Будова електронних тахеометрів Sokkia SET-610 та Sokkia CX-55	50
8.2. Приведення електронних тахеометрів Sokkia SET-610 та Sokkia CX-55 в робоче положення та зняття з них відліків	62
Лабораторна робота № 9	80
Цифровий нівелір SOUTH DL - 202 будова та робота з ними.	
9.1. Будова цифрового нівеліра SOUTH DL - 202	80

9.2. Проведення вимірювання цифровим нівеліром DL - 202	94
9.3. Робота з цифровим нівеліром SOUTH DL - 202 при нівелюванні лінії	105
Взірець оформлення проєкту на тему «Геодезичне забезпечення Хмельницької АЕС»	116
Глосарій	140
Список літератури	144

Навчальне видання

Сухий Петро Олексійович,
Сабадаш Володимир Ілліч
Ранський Микола Петрович
Сендзік Юлія Іванівна

**ВИСОКОТОЧНІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ
ВИМІРЮВАННЯ**

Лабораторний практикум

Відповідальний за випуск	<i>П. О. Сухий</i>
Комп'ютерний набір	<i>Ю.І. Сендзік</i>
Літературний редактор	<i>О. В. Колодій</i>
Технічний редактор та дизайн обкладинки	<i>О.М. Кудрінська</i>

Підписано до друку 9.11.2023. Формат 60 x 84/16.
Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 8,1.
Обл. вид. арк.. 8,7. Тираж 45. Зам. Н-081.
Видавництво та друкарня Чернівецького національного
університету
58012, Чернівці, вул. Коцюбинського,2
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.