

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/1

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою

Державного університету

«Житомирська політехніка»

протокол від \_\_\_\_\_ 2024р. № \_\_

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

для практичних занять

з навчальної дисципліни «Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», освітньо-професійна програма

«Геодезія та землеустрій»

Рекомендовано на  
засіданні

кафедри маркшейдерії

протокол від 27 серпня

2024, протокол № 8

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

Володимир ШЛАПАК

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк. 11/2</i>

Володимир ШЛАПАК. Методичні рекомендації для практичних занять з навчальної дисципліни «Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 11 с.

**Рецензенти:**

Панасюк Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

Іськов Сергій Станіславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка»

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/3

## 1. МЕТА ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ

### Вступ

Дисципліна «Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання» відіграє важливу роль у підготовці майбутніх фахівців у сфері геодезії та землеустрою. Високоточні вимірювання є необхідною складовою інженерних вишукувань, кадастрових робіт, будівництва, моніторингу деформаційних процесів та інших сфер, що вимагають точності і надійності отриманих даних. Практичні заняття дозволяють студентам не тільки засвоїти теоретичні основи, але й набути практичних навичок роботи з геодезичними приладами та програмним забезпеченням.

### Загальні положення

Практичні заняття з дисципліни спрямовані на забезпечення студентів фундаментальними навичками та знаннями, необхідними для виконання високоточних геодезичних вимірювань. Особливий акцент робиться на освоєнні сучасних методів збору, аналізу та обробки геодезичних даних, що дозволяє підвищити ефективність та якість інженерно-геодезичних робіт.

#### Мета практичних занять

Основна мета практичних занять полягає в:

- Закріпленні теоретичних знань, отриманих під час лекцій.
- Формуванні навичок роботи з сучасними геодезичними приладами та технологіями.
- Освоєнні методів високоточного вимірювання та їх практичного застосування.
- Вивченні похибок вимірювань та методів їх мінімізації.
- Аналізі отриманих результатів та їх коректному використанні у практичних задачах.
- Формуванні професійних компетенцій у сфері геодезії, необхідних для ефективної роботи у будівництві, землеустрої, моніторингу територій тощо.

#### Завдання практичних занять

Під час практичних занять студенти повинні:

- Ознайомитися з технічними характеристиками та принципами роботи геодезичних приладів.
- Виконати польові геодезичні вимірювання, застосовуючи різні методи.
- Обробити отримані дані за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
- Проаналізувати похибки вимірювань та оцінити їхню точність.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк. 11/4</i>

- Навчитися трансформувати координати та застосовувати ГІС-технології у геодезичних дослідженнях.
- Освоїти побудову цифрових моделей місцевості та рельєфу.
- Виконати геодезичний моніторинг деформацій будівель і споруд.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/5

## **2. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ**

- 1. Виконання базових інженерно-геодезичних вимірювань за допомогою тахеометра**
  - Ознайомлення з будовою та принципами роботи тахеометра.
  - Виконання горизонтальних та вертикальних вимірювань.
  - Фіксація та реєстрація отриманих даних.
- 2. Аналіз похибок вимірювань у різних методах геодезичних спостережень**
  - Визначення основних джерел похибок.
  - Виконання розрахунків допустимих значень похибок.
  - Аналіз отриманих результатів та їх коригування.
- 3. Практичне порівняння методів триангуляції та полігонометрії**
  - Виконання польових вимірювань двома методами.
  - Обробка отриманих результатів.
  - Порівняння точності та ефективності методів.
- 4. Робота з сучасними геодезичними приладами: калібрування і налаштування**
  - Налаштування та калібрування геодезичних приладів.
  - Перевірка точності вимірювань.
- 5. Оцінка точності вимірювань за допомогою супутникових технологій GNSS**
  - Виконання статичних та кінематичних вимірювань.
  - Аналіз похибок та точності координат.
- 6. Визначення відмінностей у точності кутових та лінійних вимірювань**
  - Виконання вимірювань кутів та ліній.
  - Аналіз похибок та визначення методів їх мінімізації.
- 7. Побудова цифрової моделі рельєфу**
  - Збір польових даних.
  - Обробка та створення 3D-моделі.
- 8. Використання регіональних моделей висот квазігеоїда для визначення висот**
  - Обчислення нормальних висот на основі GNSS-спостережень.
  - Аналіз результатів.
- 9. Трансформація координат із застосуванням GPS-спостережень**
  - Перетворення координат у різні геодезичні системи.
  - Аналіз точності перетворень.
- 10. Застосування супутникових методів у вирішенні інженерно-геодезичних задач**
  - Визначення координат точок у полі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/6

- Порівняння з традиційними методами вимірювань.
- 11. **Виконання сканування об'єктів із використанням лазерного сканера**
  - Збір даних хмар точок.
  - Обробка отриманих даних та створення цифрової моделі.
- 12. **Геодезичний моніторинг деформацій будівель і споруд**
  - Виконання серії вимірювань.
  - Аналіз змін координат.
- 13. **Практичний аналіз даних ГІС та створення геоінформаційних моделей**
  - Робота з програмним забезпеченням.
  - Створення картографічних моделей.
- 14. **Робота з програмними комплексами для обробки геодезичних вимірювань**
  - Використання сучасного ПЗ для обробки даних тахеометрії, нівелювання, GPS.
- 15. **Використання безпілотних літальних апаратів у геодезичних дослідженнях**
  - Виконання аерофотознімання.
  - Обробка отриманих зображень, створення ортофотопланів.
- 16. **Автоматизований збір даних та створення інтегрованих геодезичних моделей**
  - Застосування комплексних методів вимірювання.
  - Створення єдиної бази геодезичних даних.

### 3. Теми практичних занять за кількістю годин

	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Виконання базових інженерно-геодезичних вимірювань за допомогою тахеометра – знайомство з приладом, проведення вимірювань, реєстрація отриманих даних.	2	
2.	Аналіз похибок вимірювань у різних методах геодезичних спостережень – визначення основних джерел похибок, розрахунок допустимих значень.	2	
3.	Практичне порівняння методів триангуляції та полігонометрії – проведення польових вимірювань двома методами, порівняння отриманих результатів.	2	
4.	Робота з сучасними геодезичними приладами: калібрування і налаштування – налаштування нівеліра, тахеометра, перевірка точності.	2	
5.	Оцінка точності вимірювань за допомогою супутникових технологій GNSS – проведення статичних та кінематичних вимірювань, аналіз отриманих координат.	2	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/7

6.	Визначення відмінностей у точності кутових та лінійних вимірювань – використання геодезичних інструментів для вимірювання кутів і ліній, аналіз похибок.	2	
7.	Побудова цифрової моделі рельєфу на основі отриманих геодезичних даних – збір даних у полі, їх обробка та створення 3D-моделі.	2	
8.	Використання регіональних моделей висот квазігеоїда для визначення висот – обчислення нормальних висот на основі GNSS-спостережень.	2	
9.	Трансформація координат із застосуванням GPS-спостережень – перетворення координат у різні геодезичні системи.	2	
10.	Застосування супутникових методів у вирішенні інженерно-геодезичних задач – визначення координат точок у полі та порівняння з традиційними методами вимірювань.	2	
11.	Виконання сканування об'єктів із використанням лазерного сканера – збір та обробка хмар точок для створення цифрової моделі об'єкта.	2	
12.	Геодезичний моніторинг деформацій будівель і споруд – виконання серії вимірювань, аналіз отриманих змін координат.	2	
13.	Практичний аналіз даних ГІС та створення геоінформаційних моделей – робота з програмним забезпеченням, створення картографічних моделей.	2	
14.	Робота з програмними комплексами для обробки геодезичних вимірювань – використання сучасного ПЗ для обробки даних тахеометрії, нівелювання, GPS.	2	
15.	Використання безпілотних літальних апаратів у геодезичних дослідженнях – виконання аерофотознімання, обробка отриманих зображень, створення ортофотопланів.	2	
16.	Автоматизований збір даних та створення інтегрованих геодезичних моделей – застосування комплексних методів вимірювання, створення єдиної бази геодезичних даних.	3	
РАЗОМ		32	

#### 4. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/8

Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	100
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять <sup>1</sup>	40	30
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань <sup>2</sup>	50	60
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали) <sup>3</sup> : 1. Участь у здобувач вищої освітиських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі здобувач вищої освітиських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій 3. Інші види робіт (наводиться перелік видів робіт)	10	10
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Кількість балів за виконання завдань під час навчальних занять визначає викладач у межах встановленого ліміту балів за поточний контроль та з урахуванням вагового коефіцієнту для даного виду робіт у діапазоні 0,6-1,0. Значення вагового коефіцієнта 1,0 може бути застосовано до навчальних дисциплін, у структурі яких передбачені лабораторні роботи. Наприклад, якщо викладач застосовує для виконання завдань під час навчальних занять ваговий коефіцієнт 0,8, то за навчальний семестр здобувач вищої освіти має можливість набрати  $0,8 \times 60 = 48$  балів за даний вид робіт.

<sup>2</sup> Кількість балів за виконання та захист індивідуальних самостійних завдань визначає викладач у межах встановленого ліміту балів за поточний контроль та з урахуванням вагового коефіцієнту для даного виду робіт у діапазоні 0,0-0,4. Значення вагового коефіцієнта 0,0 може бути застосовано до навчальних дисциплін, у структурі яких передбачені лабораторні роботи. Наприклад, якщо викладач застосовує для виконання та захисту індивідуальних самостійних завдань ваговий коефіцієнт 0,2, то за навчальний семестр здобувач вищої освіти має можливість набрати  $0,2 \times 60 = 12$  балів за даний вид робіт. При цьому зарахування балів за виконання та захист індивідуального самостійного завдання здійснюється за умови, що здобувач вищої освіти набрав не менше 50% від максимальної кількості балів, які передбачені для даного виду роботи.

<sup>3</sup> Перелік видів робіт, за виконання яких здобувач вищої освіти може набрати додаткові (заохочувальні) бали з навчальної дисципліни, а також кількість додаткових (заохочувальних) балів у межах встановленого ліміту (до 20 балів) визначається на засіданні кафедри, на якій працює викладач.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/9

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти <sup>1</sup>	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	0	0
Участь у дискусії	0	0
Виконання тестових завдань	20	20
Виконання та захист практичних завдань, вправ, кейсів	40	40
Виконання та захист лабораторних робіт	40	40
...		
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Перелік видів робіт здобувача вищої освіти, а також кількість балів за виконання кожного окремо виду робіт протягом навчального семестру у межах встановленого ліміту балів за виконання завдань під час навчальних занять визначає викладач.

З метою застосування цілих чисел для оцінювання результатів роботи здобувачів під час навчальних занять може використовуватися 100-бальна шкала оцінювання щодо кожного окремо виду робіт. Розрахунок загальної кількості балів, які здобувач може набрати за результатами роботи під час навчальних занять протягом семестру, проводиться за формулою:

$$P_{\text{НЗ}} = \sum(P_i \times BK_i) \times K_{\text{НЗ}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{НЗ}}$  – загальна кількість балів, набраних здобувачем за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_i$  – кількість набраних здобувачем балів за семестр за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять (за 100-бальною шкалою);

$BK_i$  – ваговий коефіцієнт за виконання  $i$ -го виду робіт під час навчальних занять. Значення вагових коефіцієнтів розраховуються шляхом ділення кількості балів, яка передбачена за виконання окремого виду робіт під час навчальних занять, на сумарну кількість балів за виконання усіх видів робіт під час навчальних занять за семестр;

$K_{\text{НЗ}}$  – коригувальний коефіцієнт, який визначається шляхом ділення кількості балів, що передбачена за виконання завдань під час навчальних занять за семестр, на 100 балів.

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/ 10

вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35–49 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми<sup>1</sup>. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми<sup>1</sup>.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### **Шкала оцінювання**

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
------------	-------------------	------------------

<sup>1</sup> Положення щодо вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, не поширюється на останній семестр навчання на всіх рівнях вищої освіти.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/193.00.2/Б/ВКх.х- 2024
	Екземпляр № 1	Арк. 11/11

A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література

1. Бескровний В. О. Високоточні геодезичні вимірювання: навч. посіб. – Київ: НАУ, 2021. – 312 с.
2. Боярчук О. В., Ткачук В. В. Інженерна геодезія. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. – 278 с.
3. Соловей В. І., Марченко Ю. В. Геодезичні вимірювання та обробка результатів: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 340 с.
4. Наконечний О. В. Основи супутникової геодезії. – Київ: Видавництво КНУБА, 2018. – 256 с.
5. Тимошук С. М. Інженерно-геодезичні роботи в будівництві. – Одеса: ОНУ, 2017. – 295 с.

### Додаткова література

6. Кузнєцов В. М. Автоматизовані системи геодезичних вимірювань. – Дніпро: ДНУ, 2020. – 310 с.
7. Жук О. М. Геодезичні роботи в промисловому будівництві. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 265 с.
8. Біленко Л. П. Цифрові технології в геодезії. – Київ: Видавництво НТУУ КПІ, 2018. – 230 с.
9. Петренко В. Г. Глобальні навігаційні супутникові системи. – Харків: ХНУГХ, 2017. – 280 с.

### Інтернет-ресурси

10. Геодезичні вимірювання та супутникові технології: <https://geodesy.com.ua>
11. Державна служба геодезії, картографії та кадастру України: <https://land.gov.ua>
12. Відкриті геодані та цифрові карти: <https://gisportal.com.ua>