

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра геодезії та картографії

ЗАТВЕРДЖЕНО
Факультет землевпорядкування
(назва)

“15” травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математичне опрацювання та аналіз геоданих

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

Спеціальність 193 - Геодезія та землеустрій

Освітня програма Геодезія та землеустрій

Факультет землевпорядкування

Розробник: доцент кафедри геодезії та картографії, к.е.н., доц. Євгенія КРИВОВ'ЯЗ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни.

“Математичне опрацювання та аналіз геоданих” належить до числа дисциплін професійної та практичної підготовки, вивчення якої є необхідною передумовою підготовки високваліфікованого фахівця із геодезії та землеустрою. Метою дисципліни є вивчення та використання закономірностей теорії ймовірностей при дослідженні множини випадкових величин, одержаних при виконанні геодезичних вимірювань, для встановлення принципів їх розподілу та проведення математично-статистичного аналізу одержаних у результаті вимірювальних процесів значень цих величин при визначенні найнадійнішого (найближчого до теоретичного) значення числової характеристики і встановлення критеріїв або інтервалів можливих відхилень одержаного значення відносно теоретичного, а також обґрунтування їх допустимості для розв’язання поставленої задачі.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступень	<u>Бакалавр</u>	
Спеціальність	<u>193-«Геодезія та землеустрій»</u> (шифр і назва)	
Освітня програма	<u>Геодезія та землеустрій</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)	
Форма контролю	<u>Екзамен / залік</u>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	2	4
Семестр	4	7
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	30 год.	14 год.
Самостійна робота	75год.	98год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	2 год. 4 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є теоретична і практична підготовка студентів до належного опрацювання результатів геодезичних вимірювань з метою усунення похибок та визначення найімовірніших значень цих величин, оцінку їх точності.

Набуття компетентностей:**Інтегральна компетентність (ІК):**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК02 - здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;

ЗК06 - здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

ЗК07 - здатність працювати автономно;

ЗК08 - здатність працювати в команді;

ЗК09 - здатність до міжособистісної взаємодії.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01 - здатність застосовувати фундаментальні знання для аналізу явищ природного і техногенного походження при виконанні професійних завдань у сфері геодезії та землеустрою;

СК02 - здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою;

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;

СК06 - здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою;

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

Програмні результати навчання (ПРН):

РН3 - доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію;

РН4 - знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей;

РН8 - брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організовувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів будівництва;

РН9 - збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері 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;

РН11 - організовувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 1 «Елементи теорії похибок вимірювань», «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Параметричний спосіб вирівнювання»													
Тема 1. Загальні відомості про дисципліну	1	10	1		1		8	10	2	2			6

Тема 2. Критерії точності геодезичних вимірювань	2-3	11	2		1		8	11		2			9
Тема 3. Метод найменших квадратів	4-5	13	2		2		9	13		2			11
Тема 4. Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах	6-7	14	2		2		10	14	2				12
Тема 5. Параметричний спосіб вирівнювання	8-9	18	2		6		10	18		2			16
Тема 6. Вирівнювання мережі тріангуляції	10-11	16	2		4		10	16		2			14
Разом за змістовим модулем 1		82	11		16		55	82	4	10			68
Змістовий модуль 2 «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах Корелатний спосіб вирівнювання»													
Тема 7. Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)	12-13	19	2		7		10	19	2	2			15
Тема 8. Вирівнювання мережі полігонометрії	14-15	19	2		7		10	19	2	2			15
Разом за змістовим модулем 2		38	4		14		20	38	4	4			30
Усього годин		120	15		30		75	120	8	14			98

– скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 1 «Елементи теорії похибок вимірювань», «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Параметричний спосіб вирівнювання»													
Тема 1. Загальні відомості про дисципліну.	1	10	1		1		8	10	2	2			6
Тема 2. Критерії точності геодезичних вимірювань	2-3	11	2		1		8	11		2			9
Тема 3. Метод найменших квадратів	4-5	13	2		2		9	13		2			11
Тема 4. Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах	6-7	14	2		2		10	14	2				12
Тема 5. Параметричний спосіб вирівнювання	8-9	18	2		6		10	18		2			16
Тема 6. Вирівнювання мережі тріангуляції	10-11	16	2		4		10	16		2			14
Разом за змістовим модулем 1		82	11		16		55	82	4	10			68
Змістовий модуль 2 «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах Корелатний спосіб вирівнювання»													

Тема 7. Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)	12-13	19	2		7		10	19	2	2			15
Тема 8. Вирівнювання мережі полігонометрії	14-15	19	2		7		10	19	2	2			15
Разом за змістовим модулем 2	38		4		14		20	38	4	4			30
Усього годин	120		15		30		75	120	8	14			98

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні відомості про дисципліну	1
2	Критерії точності геодезичних вимірювань	2
3	Метод найменших квадратів	2
4	Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах	2
5	Параметричний спосіб вирівнювання	2
6	Вирівнювання мережі тріангуляції	2
7	Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)	2
8	Вирівнювання мережі полігонометрії	2
	Всього	15

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математична обробка результатів рівноточних та нерівноточних вимірювань однієї величини	6
2	Вирівнювання кутів, виміряних у всіх комбінаціях на одному геодезичному пункті, параметричним способом	6
3	Вирівнювання мережі тріангуляції 1-го розряду параметричним способом	6
4	Вирівнювання мережі тріангуляції 1-го розряду корелатним способом	6
5	Строге вирівнювання полігонометричного ходу 1-го розряду корелатним способом	6
	Всього	30

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорія ймовірностей	8
2	Види похибок та шляхи їх усунення (грубі, систематичні, випадкові)	10
3	Властивості ваг нерівноточних вимірювань	9
4	Розв'язання нормальних рівнянь способом Гаусса та іншими способами	10
5	Контрольні обчислення при складанні та розв'язанні параметричних та умовних рівнянь поправок у геодезичні вимірювання	9

6	Мета та завдання попередніх обчислень в мережі триангуляції	10
7	Складання рівнянь поправок у довжини ліній, горизонтальні напрямки та кути	10
8	Методика строго вирівнювання полігонометричного ходу	9
	Всього	75

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- захист лабораторних та практичних робіт.

7. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Параметричний спосіб вирівнювання»		
Тема 1. Загальні відомості про дисципліну		
Лабораторна робота 1.	ПРН 3, 4, 8. Знати технічні засоби і методику виконання геодезичних вимірювань	3
Тема 2. Критерії точності геодезичних вимірювань		
Лабораторна робота 2.	ПРН 3, 4, 8. Знати критерії точності геодезичних вимірювань.	2
Тема 3. Метод найменших квадратів		
Лабораторна робота 3.	ПРН 3, 4, 8. Знати основи теорії методу найменших квадратів	2
Тема 4. Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах		
Лабораторна робота 4.	ПРН 8, 9, 10. Знати порядок виконання геодезичних вимірювань на фізичній поверхні Землі	6
Тема 5. Параметричний спосіб вирівнювання		
Лабораторна робота 5	ПРН 8, 9, 10. Знати методику параметричного способу вирівнювання виміряних величин	6

Тема 6. Вирівнювання мережі тріангуляції		
Лабораторна робота 6	ПРН 8, 9, 10. Знати математичні методи розв'язання системи рівнянь з багатьма невідомими	6
Самостійна робота 1	ПРН 8, 9, 10. Вміти оцінювати одержані результати вимірювань, а також їх подальшої обробки	35
Модульна контрольна робота 1		20
Модульна контрольна робота 2		20
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах Корелатний спосіб вирівнювання»		
Тема 7. Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)		
Лабораторна робота 7	ПРН 9, 10, 11. Знати математичні та геометричні властивості при створенні геодезичних побудов	20
Тема 8. Вирівнювання мережі полігонометрії		
Лабораторна робота 8	ПРН 9, 10, 11. Знати організацію роботи з проведення геодезичних вимірів та їх подальшої математичної обробки	20
Самостійна робота 2.	ПРН 9, 10, 11. Вміти надавати дорадчу допомогу іншим фахівцям при виконанні фахових завдань	40
Модульна контрольна робота 3.		20
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Незараховано

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин. (наприклад, лікарняний).
Політика щодо	Всі роботи повинні виконуватись студентом самостійно. Списування під час модульних контрольних робіт та підсумкового контролю заборонені (в

академічної доброчесності	т.ч. із використанням мобільних девайсів). Реферати, повідомлення повинні містити посилання на використані джерела, належним чином оформлені. У разі виявлення однакових робіт у кількох студентів всі однакові роботи оцінюються в нуль балів без можливості перездачі.
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. Причина пропусків повинна бути документально підтверджена (наприклад, довідкою з медичного закладу). За об'єктивних причин навчання може відбуватись індивідуально в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2243>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Войтенко С.П., Шульц Р.В., Кузьмич О.Й., Кравченко Ю.В. Математичне оброблення геодезичних вимірів: підручник / за ред. С. П. Войтенка. – К.: Знання, 2015. – 654 с.
2. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Е.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: навчальний посібник. Львів: Растр-7, 2007.
3. Кривов'яз Є.В, Жук О.П. Математичне опрацювання та аналіз геоданих. Конспект лекцій. 2025. – 57с.
4. Кривов'яз Є.В, Жук О.П. Математичне опрацювання та аналіз геоданих. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт. 2025. – 64с.
5. Літнарів Р.М. Геодезія. Планові державні геодезичні мережі. Конспект лекцій. – Чернівці: ЧДІЕіУ, 2002.
6. Метешкін К.О., Шаульський Д.В. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. Посібник. Х.: ХНАМГ, 2012. 176 с.
7. Рижок З.Р., Полковська Л.Л., Ступень Р.М., Колодій П.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Навчальний посібник. Львів: «Галицька видавнича спілка», 2020. 180 с.
8. Тадеєв О.А. Математична обробка геодезичних вимірів : конспект лекцій для студентів напряму 0801 «Геодезія , картографія та землеустрій». –Рівне: Вид. НУВГП., 2013 – 146 с.
9. Чумаченко О.М., Математичні методи і моделі в землеустрої: підручник /О.М.Чумаченко, А.Г. Мартин, Є.В. Кривов'яз – К.: «ТОВ Компрінт», 2016. – 630 с.
10. Chumachenko O., Mathematical methods and models in land management: Навчальний посібник / Martyn A., Chumachenko O., Kryvoviaz Ye., Kharchuk N., Dubovik O. K.: - К.: «ТОВ Компрінт», 2018. - 632 с.
11. Согор А. Р., Бريدун А. М. Математичне опрацювання та аналіз геоданих: навч. посібник. — Львів: Новий Світ–2000, 2025. — 152 с.
12. Рижок З. Р., Поляковська Л. Л., Ступень Р. М., Колодій П. П. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. посібник. — Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. — 179 с.
13. Ковальчук В. В., Гнатюк О. В. Методи математичної статистики в геодезії: навч. посібник. — Київ: НАУ, 2021. — 144 с.
14. Савчук О. М., Литвиненко І. В. Геоінформаційний аналіз просторових даних: навч. посібник. — Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. — 168 с.

Інтернет джерела

1. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. http://www.studmed.ru/voytenko-cp-matematichna-obrobka-geodezichnih-vimrv-teorya-pohibok-vimrv_c0edeaba581.html
2. Тадеев О.А. Математична обробка геодезичних вимірів. Конспект лекцій для студентів. <http://kaf-gis.kh.ua/matematiceskaya-obrabotka-geodezicheskikh-izmereniy-0>
3. Mathematical Geodesy Маа-6.3230 https://users.aalto.fi/~mvermeer/geom_en.pdf
4. Handbook of mathematical geodesy <https://www.springerprofessional.de/handbook-of-mathematical-geodesy/15836448>
5. Наукова бібліотека НУВГП <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
6. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека <http://litopus.com.ua/places/b-bl-oteki/r-vnenska-oblasna-un-versalna-naukova-b-bl-oteka/>

Автор програми,
к.е.н., доцент кафедри геодезії та картографії

Євгенія КРИВОВ'ЯЗ