

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра автомобільних доріг, геодезії та землеустрою



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної та
навчальної роботи

А.М. Мартиненко
2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ І АНАЛІЗ ГЕОДАНИХ»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра

спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Полтава
2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 «Геодезія і землеустрій». Складена відповідно до освітньої програми «Геодезія та землеустрій» першого рівня вищої освіти 2024 року.

Розробники:

Павлик В.Г., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою, кандидат технічних наук

Нестеренко С.В., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою, кандидат технічних наук, доцент

Гасенко А.В., професор кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою, доктор технічних наук, доцент

Погоджено

Гарант освітньої програми спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  Григорій ШАРИЙ

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою

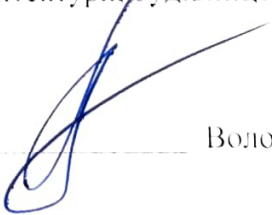
Протокол №1 від «19» серпня 2024 року.

Завідувач кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою

«19» серпня 2024 року  Григорій ШАРИЙ

Схвалено навчально-методичною комісією ІІІ Архітектури, будівництва та землеустрою

Протокол №1 від «29» серпня 2024 року.

Голова навчально-методичної комісії ІІІ АБ та З  Володимир КИРИЧЕНКО

«29» серпня 2024 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання денна	форма навчання заочна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>19 «Архітектура та будівництво»</u>	Обов'язкова	
Загальна кількість годин – 180		Рік підготовки:	
Модулів – 2		1-й	1-й
Змістових модулів – 4		Семестр	
	2-й	2-й	
Індивідуальне завдання: модуль - 2: реферат на тему «Врівноваження висотної геодезичної мережі параметричним методом»	Спеціальності: <u>193 «Геодезія і землеустрій»</u>	Лекції	
		20 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
	16 год.	6 год.	
	Лабораторні		
	26 год.	10 год.	
	Самостійна робота		
Ступінь вищої освіти: <u>бакалавр</u>	118 год.	160 год.	
	Індивідуальна робота:		
	–	–	
	Вид контролю:		
	екзамен	екзамен	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 62/118;

для заочної форми навчання – 20/160.

2. Мета навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» є надання майбутнім фахівцям необхідних теоретичних та практичних знань щодо опрацювання результатів геодезичних вимірів, апіорної та апостеріорної оцінки їх точності.

Освітньою програмою визначені інтегральна, загальні і спеціальні (фахові) компетентності бакалавра геодезії та землеустрою, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна, а саме:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою.

ЗК01. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК03. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК06. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК07. Здатність працювати автономно.

ЗК11. Усвідомлення рівних можливостей та гендерних проблем.

ЗК13. Здатність зберігати, примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії, закономірностей розвитку предметної області, її місця в загальній системі знань про природу й суспільство, а також в розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для відпочинку та ведення здорового способу життя.

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

СК03. Здатність застосовувати нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали у професійній діяльності.

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.

СК12. Здатність проводити технічний контроль та оцінювати якість топографо-геодезичної та картографічної продукції.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Основні дисципліни, що передують вивченню дисципліни:

- математика (вища алгебра, аналітична геометрія та ін.);
- геодезія (методи кутових та лінійних вимірювання на місцевості, визначення висот точок на земній поверхні методом нівелювання);
- топографія (географічне та геометричне вивчення місцевості з наступним створенням та уточненням карт).

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Очікуваними результатами навчання з дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» відповідно до освітньої програми «Геодезія та землеустрій» є:

РН1. Вільно спілкуватися в усній та письмовій формах державною та іноземною мовами з питань професійної діяльності.

РН2. Організовувати і керувати професійним розвитком осіб і груп.

РН3. Доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію.

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

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.

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

У результаті вивчення дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» студент повинен:

знати:

- основні поняття теорії ймовірностей;
- числові характеристики розподілу випадкових величин;
- закони розподілу випадкових величин ;
- статистичні методи опрацювання результатів геодезичних вимірювань;
- класифікацію вимірів та їх похибок;
- властивості похибок вимірів та способи мінімізації їх впливу на результати геодезичних спостережень;
- методи опрацювання експериментальних рядів геодезичних вимірів;
- принцип методу найменших квадратів
- теорію врівноваження геодезичних мереж параметричним та корелатним методами;

а також вміти:

- використовувати імовірнісні методи вивчення випадкових явищ;
- визначати параметри розподілу випадкових величин;
- оцінювати параметри розподілу геодезичних величин з допомогою довірчих інтервалів;
- здійснювати статистичну перевірку гіпотез щодо параметрів та виду розподілу експериментальних геодезичних даних;
- визначати коефіцієнт кореляції і рівняння регресії на основі експериментальних даних;
- опрацьовувати ряди рівноточних і нерівноточних вимірів однієї величини;
- виконувати оцінку точності функції незалежно виміряних величин;
- застосовувати алгоритми параметричного і корелатного методів врівноваження геодезичних мереж;
- використовувати при математичному опрацюванні результатів геодезичних вимірів програмне середовище MS Excel.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни, а саме: виконання та захисту лабораторних робіт, засвоєння знань на практичних заняттях з метою виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи), складання модульних та підсумкових семестрових контролів знань студентів.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Критерії оцінювання

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90-100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , що повністю забезпечує вигоди до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82-89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74-81	C	Добре	Здобувач в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64-73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
			Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	
60-63	E	Достатньо	Здобувач має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- екзамен;
- стандартизовані тести (під час модульних та підсумкового семестрового контролю знань);
- реферат (модуль 2);
- виконання завдань на лабораторних заняттях.

7. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики

1. Елементи теорії ймовірностей

Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей. Теореми теорії ймовірностей. Основні формули визначення ймовірності.

Класифікація подій. Сума і добуток подій. Повна група подій. Ймовірність події і відносна частота. Властивості ймовірності. Комбінаторні співвідношення. Теореми додавання і множення ймовірностей. Залежні та незалежні події. Умовна ймовірність події. Формула повної ймовірності. Формула Бернуллі.

Практичне заняття 1.

Тема 2. Закон розподілу випадкових величин. Числові характеристики випадкових величин. Нормальний закон розподілу. Системи двох і більше випадкових величин.

Дискретна та неперервна випадкові величини. Закон розподілу випадкових величин. Багатокутник розподілу. Функція розподілу дискретної і неперервної випадкової величини та її властивості. Ймовірність потрапляння випадкової величини на заданий інтервал. Функція густини розподілу та її властивості. Числові характеристики випадкових величин (математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, мода, медіана, асиметрія, ексцес) та їх властивості. Початковий та центральний моменти. Нормальний закон розподілу і його властивості. Функція Лапласа і її властивості. Закон розподілу системи двох випадкових величин. Функція розподілу і функція густини розподілу системи двох випадкових величин та їх властивості. Числові характеристики системи двох випадкових величин. Кореляційний момент і коефіцієнт кореляції. Властивості коефіцієнта кореляції. Геометрична інтерпретація коефіцієнта кореляції. Багатомірний розподіл.

Лабораторне заняття 1.

Лабораторне заняття 2.

2. Елементи математичної статистики

Тема 3. Основні поняття математичної статистики. Оцінки параметрів розподілу за допомогою довірчих інтервалів.

Задачі математичної статистики. Генеральна і вибіркова сукупності. Обсяг і розмах вибірки. Статистична таблиця і статистичний ряд. Гістограма статистичного ряду. Статистична функція розподілу. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Числові характеристики статистичного розподілу. Довірчий інтервал і довірча ймовірність. Довірчий інтервал для оцінки центру розподілу при відомому середньоквадратичному відхиленні. Довірчий інтервал для оцінки центру розподілу при невідомому середньоквадратичному відхиленні. Розподіл Стюдента. Довірчий інтервал для оцінки дисперсії і середнього квадратичного відхилення. Розподіл χ^2 .

Лабораторне заняття 3.

Тема 4. Статистична перевірка гіпотез. Вирівнювання статистичного ряду.

Загальна задача перевірки гіпотез. Перевірка гіпотези про відсутність систематичного впливу на результати геодезичних спостережень. Перевірка гіпотези про рівноточність рядів вимірювань. Визначення закону розподілу на основі експериментальних даних (вирівнювання статистичного ряду). Критерії згоди теоретичного та статистичного розподілів: критерій Пірсона (χ^2), критерій Колмогорова. Визначення коефіцієнта кореляції на основі експериментальних даних. Рівняння регресії. Оцінка надійності статистичного коефіцієнта кореляції з допомогою критеріїв Фішера і Романовського.

Лабораторне заняття 4.

Лабораторне заняття 5.

Модуль 2. Теорія похибок і метод найменших квадратів.

3. Елементи теорії похибок

Тема 5. Основні поняття теорії похибок. Критерії оцінки точності результатів вимірювань.

Основні задачі теорії похибок. Класифікація вимірювань. Класифікація похибок вимірювань. Властивості випадкових похибок. Критерії оцінки точності результатів вимірювань (істинна, середня, ймовірна і середня квадратична похибки). Формула Гаусса. Властивості середньої квадратичної похибки. Гранична похибка. Ймовірність появи середньої квадратичної похибки у результатах спостережень, які розподілені за нормальним законом. Абсолютні та відносні похибки.

Практичне заняття 2.

Тема 6. Середня квадратична похибка функції незалежно виміряних величин.

Визначення середньої квадратичної похибки функції незалежних аргументів. Окремі випадки визначення середньої квадратичної похибки функції незалежних аргументів. Середня квадратична похибка середнього арифметичного з ряду рівноточних вимірів однієї величини. Знаходження похибок аргументів в залежності від похибки функції. Принцип однакового впливу.

Лабораторне заняття 6.

Тема 7. Опрацювання результатів рівноточних вимірювань однієї величини.

Рівноточні вимірювання. Надійні похибки. Властивості надійних похибок. Визначення середньоквадратичної похибки одного виміру за надійними похибками (Формула Бесселя). Формула Петерса. Парні рівноточні виміри. Середня квадратична похибка парних вимірів. Визначення і порядок виключення систематичної похибки з результатів парних вимірів. Порядок опрацювання результатів рівноточних вимірювань. Середня квадратична похибка виміру при наявності декількох джерел випадкових похибок. Оцінка точності при сумісній дії джерел випадкових і систематичних похибок.

Лабораторне заняття 7.

Практичне заняття 3.

Тема 8. Опрацювання результатів нерівноточних вимірювань однієї величини.

Нерівноточні виміри. Вага нерівноточного виміру. Середня квадратична похибка одиниці ваги. Визначення надійного (середньо вагового) значення з ряду нерівноточних вимірювань. Визначення середньоквадратичної похибки одиниці ваги за істинними та надійними похибками. Обчислення ваги функції незалежно виміряних величин. Парні нерівноточні виміри. Оцінка точності парних нерівноточних вимірювань. Визначення і порядок виключення систематичної похибки з ряду парних нерівноточних вимірювань. Порядок опрацювання результатів нерівноточних вимірювань.

Лабораторне заняття 8.

Лабораторне заняття 9.

4. Врівноваження геодезичних мереж методом найменших квадратів

Тема 9. Загальні положення методу найменших квадратів. Параметричний метод врівноваження геодезичних мереж.

Загальне поняття про метод найменших квадратів. Надлишкові виміри. Умовні рівняння. Теорія параметричного методу врівноваження геодезичних мереж. Нормальні рівняння та їх властивості. Розв'язування нормальних рівнянь методом Гаусса. Схема Гаусса-Дулітля. Контролі при складанні та розв'язуванні нормальних рівнянь. Визначення середньої квадратичної похибки одного рівноточного виміру та середньої квадратичної похибки одиниці ваги нерівноточного виміру. Оцінка точності врівноважених параметрів. Визначення вагових коефіцієнтів. Вагова функція. Точність знаходження вагової функції. Матрична форма параметричного методу врівноваження.

Практичне заняття 4.

Тема 10. Корелатний метод врівноваження геодезичних мереж.

Теорія корелатного методу врівноваження геодезичних мереж. Умовні рівняння поправок. Знаходження поправок до вимірних величин з допомогою неозначених множників Лагранжа (корелат). Система нормальних рівнянь корелат і її розв'язання. Оцінка точності результатів врівноваження. Матрична форма корелатного методу врівноваження.

Практичне заняття 5.

Тема 11. Види умовних рівнянь геодезичних мереж.

Вільні та невольні, прості та складні геодезичні мережі. Умовні рівняння нівелірних мереж (полігонні, твердих реперів). Лінійні умовні рівняння триангуляційних побудов (трикутників, фігури, горизонту, жорсткого кута, дирекційних кутів). Основні типи нелінійні умовних рівняння планових геодезичних мереж (базисні, полюсні, координатні). Умовні рівняння полігонометричних мереж. Умовні рівняння мереж трилатерації. Формули для визначення кількості умовних незалежних рівнянь геодезичних мереж.

Лабораторне заняття 10.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	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
Модуль 1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики												
1. Елементи теорії ймовірностей												
Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей. Теорема теорії ймовірностей. Основні формули визначення ймовірності.	18	2	4	-	-	12	18	-	2	-	-	16
Тема 2. Закон розподілу випадкових величин. Числові характеристики випадкових величин. Нормальний закон розподілу. Система двох і більше випадкових величин	16	2	-	2	-	12	16	-	-	2	-	14
2. Елементи математичної статистики												
Тема 3. Основні поняття математичної статистики. Оцінки параметрів розподілу за допомогою довірчих інтервалів	16	2	-	2	-	12	16	2	-	-	-	14
Тема 4. Статистична перевірка гіпотез. Вирівнювання статистичного ряду.	22	2	-	6	-	14	22	-	-	2	-	20
<i>Разом за модулем 1</i>	72	8	4	10	0	50	72	2	2	4	-	64

Модуль 2. Теорія похибок і метод найменших квадратів.												
3. Елементи теорії похибок												
Тема 5. Основні поняття теорії похибок. Критерії оцінки точності результатів вимірювань.	14	2	2	-	-	10	14	2	2	-	-	10
Тема 6. Середня квадратична похибка функції незалежно виміряних величин.	15	1	-	4	-	10	15	-	-	2	-	13
Тема 7. Опрацювання результатів рівноточних вимірювань однієї величини.	15	1	-	4	-	10	15	-	-	2	-	13
Тема 8. Опрацювання результатів нерівноточних вимірювань однієї величини.	16	2	-	4	-	10	16	-	-	2	-	14
4. Врівноваження геодезичних мереж методом найменших квадратів												
Тема 9. Загальні положення методу найменших квадратів. Параметричний метод врівноваження геодезичних мереж.	14	2	-	4	-	8	14	-	-	-	-	14
Тема 10. Корелатний метод врівноваження геодезичних мереж.	18	2	6	-	-	10	18	-	2	-	-	16
Тема 11. Види умовних рівнянь геодезичних мереж	16	2	4	-	-	10	16	-	-	-	-	16
<i>Разом за модулем 2</i>	<i>108</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>16</i>	<i>-</i>	<i>68</i>	<i>108</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>-</i>	<i>96</i>
Усього годин	180	20	16	26	-	118	180	4	6	10	-	160

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	2	3	4
Модуль 1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики			
1	Основні поняття теорії ймовірностей.	4	2
	Всього годин за модулем 1	4	2
Модуль 2. Теорія похибок і метод найменших квадратів			
3	Основні поняття теорії похибок. Властивості випадкових похибок.	2	2
4	Врівноваження висотної геодезичної мережі корелатним методом.	6	2
5	Врівноваження лінійно-кутових мереж корелатним методом.	4	-
	Всього годин за модулем 2	12	4
	ВСЬОГО годин	16	6

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	2	3	4
Модуль 1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики			
1	Закон розподілу випадкової дискретної величини. Числові характеристики випадкової дискретної величини.	2	2
2	Оцінювання параметрів розподілу випадкової величини з допомогою довірчих інтервалів.	2	-
3	Статистична перевірка гіпотез про рівність центрів розподілу та рівноточність двох рядів спостережень.	2	-
4	Визначення закону розподілу на основі експериментальних даних.	2	2
5	Визначення коефіцієнта кореляції і рівняння регресії на основі експериментальних даних.	2	-
	Всього годин за модулем 1	10	4
Модуль 2. Теорія похибок і метод найменших квадратів			
6	Оцінка точності функції незалежних аргументів.	4	2
7	Математичне опрацювання результатів рівноточних вимірювань однієї величини. Математичне опрацювання результатів нерівноточних вимірювань.	2	2
8	Математичне опрацювання парних рівноточних вимірювань однієї величини.	4	2
9	Математичне опрацювання парних нерівноточних вимірювань однієї величини.	2	-
10	Складання умовних рівнянь поправок при врівноваженні лінійно-кутових мереж параметричним методом.	4	-
	Всього годин за модулем 2	16	6
	ВСЬОГО годин	26	10

12. Самостійна робота

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від аудиторних занять. При вивченні дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» вона забезпечується системою інформаційних і навчально-методичних засобів: підручники, навчальні посібники, довідкова, монографічна і періодична література, картографічні матеріали, методичні вказівки тощо, наведені у розділах 17, 18, 19 даної програми.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних та лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
Модуль 1. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики			
1	Задачі і основні поняття теорії ймовірностей.	3	5
2	Ймовірність події і її властивості. Комбінаторні співвідношення.	2	4
3	Теореми додавання і множення ймовірностей.	3	4
4	Формула повної ймовірності, формула Бернуллі, найімовірніша кількість появи події при багаторазових випробуваннях.	3	5
5	Закон розподілу дискретних і неперервних випадкових величин. Функція розподілу і функція густини розподілу.	3	4
6	Числові характеристики розподілу випадкових величин. Центровані випадкові величини. Початковий і центральний моменти.	3	4
7	Нормальний закон розподілу і його властивості. Функція Лапласа.	3	4
8	Двовірний розподіл випадкових величин. Числові характеристики двовірного розподілу. Кореляційний момент і коефіцієнт кореляції.	3	4
9	Багатомірний розподіл випадкових величин.	4	5
10	Основні поняття математичної статистики. Статистична таблиця, статистичний ряд, гістограма статистичного ряду. Числові характеристики статистичного розподілу	3	5
11	Поняття довірчого інтервалу і довірчої ймовірності. Довірчі інтервали для оцінки центру розподілу та розсіювання випадкової величини.	4	5
12	Задача перевірки правдоподібності статистичних гіпотез. Перевірка гіпотез про рівність центрів розподілу і рівноточність рядів вимірювань.	5	5
13	Вирівнювання статистичного ряду. Критерії Пірсона (χ^2) і Колмогорова для встановлення відповідності експериментального розподілу нормальному.	6	5
14	Визначення коефіцієнта кореляції на основі експериментальних даних і оцінка його з допомогою критеріїв Фішера і Романовського.	5	5
	Усього годин по модулю 1	50	64
Модуль 2. Теорія похибок і метод найменших квадратів			
15	Класифікація вимірювань і похибок вимірювань. Формула Гаусса. Властивості середньої квадратичної похибки.	4	5
16	Визначення середньої квадратичної похибки функції незалежних аргументів. Принцип однакового впливу.	4	5
17	Рівноточні вимірювання однієї величини. Надійне значення з ряду рівноточних вимірів. Властивості надійних похибок. Формули Бесселя і Петерса.	4	5
18	Парні рівноточні вимірювання. Оцінка точності парних рівноточних вимірів. Визначення і вилучення з результатів парних спостережень систематичної похибки.	4	5
19	Оцінка точності при наявності декількох джерел випадкових похибок та сумісній дії випадкових і систематичних похибок.	3	5
20	Порядок математичного опрацювання результатів рівноточних вимірювань.	4	5

21	Нерівноточні виміри. Вага виміру. Середня квадратична похибка одиниці ваги. Надійне значення з ряду нерівноточних вимірів однієї величини.	3	5
22	Вага функції незалежно виміряних величин.	3	5
23	Парні нерівноточні виміри. Оцінка точності парних нерівноточних вимірів. Визначення і вилучення з результатів парних спостережень систематичної похибки.	3	5
24	Порядок математичного опрацювання результатів нерівноточних вимірів.	5	5
25	Принцип методу найменших квадратів.	3	5
26	Теорія врівноваження геодезичних мереж параметричним методом.	3	5
27	Нормальні рівняння. Розв'язування нормальних рівнянь методом Гаусса.	3	4
28	Оцінка точності врівноваження параметричним методом. Визначення вагових коефіцієнтів. Вагова функція і точність її визначення.	3	4
29	Матрична форма представлення параметричного методу врівноваження.	3	4
30	Теорія корелатного методу врівноваження геодезичних мереж.	3	4
31	Оцінка точності врівноваження корелатним методом.	3	4
32	Матрична форма корелатного методу врівноваження.	3	4
33	Види умовні рівняння нівелірних мереж.	3	4
34	Види умовних рівнянь триангуляційних мереж.	3	4
35	Види умовних рівнянь мереж полігонометрії і трилатерації.	3	4
	Усього годин по модулю 2	68	96
	РАЗОМ	118	160

13. Індивідуальні завдання

Індивідуальним завданням під час вивчення даного курсу є реферат на тему «Врівноваження висотної геодезичної мережі параметричним методом» (модуль 2).

По завершенню виконання індивідуального завдання передбачено його захист, де студент повинен показати розуміння теоретичного матеріалу, а також вміння застосовувати його для вирішення практичних задач. За результатами захисту студенту виставляється диференційована оцінка.

Номер модуля	№ завдан ня	Назва індивідуального завдання	Кількість годин для денної і заочної форм
2	1	Реферат «Врівноваження висотної геодезичної мережі параметричним методом»	– (за рахунок годин самостійної роботи)
		Усього разом	–

14. Методи навчання

Основним у методах навчання є системний підхід, який включає в себе як індуктивні методи (від часткового до загального) так і дедуктивні (від загального до окремого). При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні та наочні методи використовуються під час лекцій, а практичні – при проведенні практичних та лабораторних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація.

Під час проведення практичних занять застосовуються наочні спостереження та словесні бесіди: вступні, поточні, репродуктивні, евристичні, підсумкові; студентами виконуються завдання (вправи): тренувальні, творчі, усні, практичні, технічні.

Перед проведенням лабораторних занять викладачами проводяться інструктажі: вступні, поточні, підсумкові. Під час проведення лабораторних занять застосовуються наочні спостереження та словесні бесіди: вступні, поточні, репродуктивні, евристичні, підсумкові; студентами виконуються вправи: тренувальні, творчі, усні, практичні, технічні.

Стимулом інтересу до навчання є постійне роз'яснення практичного застосування набутих знань в подальшій навчанні та діяльності на виробництві.

15. Методи контролю

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) із навчальної дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів, метрологія, стандартизація та сертифікація» здійснюють відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Поточний контроль здійснюється під час виконання лабораторних і практичних робіт з метою перевірки рівня підготовленості студента для виконання певної роботи, а також при захисті розрахункової роботи. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається викладачем, що проводить заняття.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та умінь, що формує цей модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

Організація МРОЗ студентів із конкретної навчальної дисципліни регламентується «Правилами модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни», які затверджуються рішенням кафедри.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів* для денної форми навчання з навчальної дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» за видами робіт

Види робіт/контролю	Поточне оцінювання, тестування та самостійна робота													
	модуль 1					модуль 2								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
	Практичне заняття													
	1	–	–	–	2	–	3	–	4	5	–			
	Лабораторне заняття													
–	1	2	3	4	5	–	6	7	8	9	–	–	10	
Опитування	1	–	–	1	1	–	1	–	1	1	–	–	–	
Тестування	–	1	1	–	–	1	–	1	–	–	–	–	1	
Виконання практичних завдань	2	–	–	–	2	–	2	–	2	2	–	–	–	
Виконання лабораторних завдань	–	2	2	2	2	2	–	2	2	2	2	–	–	2
Виконання завдань самостійної роботи	1	–	1	1	1	1	1	1	–	1	1	1	1	
<i>Всього за темами</i>	4	5	4	6	4	4	6	5	4	4	4	4	4	

Екзамен	50
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для заочної форми навчання з навчальної дисципліни «Математичне опрацювання і аналіз геоданих» за видами робіт

Види робіт/контролю	Поточне оцінювання, тестування та самостійна робота										
	модуль 1				модуль 2						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
	Практичне заняття										
	1	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
	Лабораторне заняття										
–	1	–	4	–	6	7	8	–	–	–	
Опитування	1	–	–	1	1	–	1	–	1	1	–
Тестування	–	1	1	–	1	1	–	1	1	1	1
Виконання практичних завдань	2	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–
Виконання лабораторних завдань	–	2	–	2	–	2	2	2	–	–	–
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Всього за темами</i>	5	5	3	5	4	5	7	5	4	4	3
Екзамен	50										
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100										

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
1	1	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
0,5	0,5	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних завдань

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
2	2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
2	2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 10 = 1$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
1	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,75	1,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, допущені незначні неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як середній
0,5	1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній
0,25	0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене частково, є значна кількість неточностей і помилок
0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання екзамену**

Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. Тестування	0-10	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,4 \times 25 = 10$), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.
2, 3. Питання макс. по 20 балів	16-20	Питання розкриті повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	11-15	Питання розкриті, матеріал викладений у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	6-10	Питання розкриті в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-5	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82-89	B – дуже добре	4 – добре
74-81	C – добре	
64-73	D – задовільно	3 – задовільно
60-63	E – незадовільно	
35-59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання екзамену	2 – незадовільно
0-34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них до 50 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 50 балів припадає на підсумковий контроль.

1. Поточний контроль.

Модульно-рейтингова система оцінювання знань (МРОЗ) включає чотири види поточного контролю на підставі результатів виконання лабораторних і практичних робіт, індивідуальних завдань, написання контрольних робіт і активності на заняттях та їх відвідування.

Виконання всіх лабораторних, практичних і розрахунково-графічної роботи є обов'язкове. Модуль зараховується якщо студент виконав навчальний план і набрав не менше 60% максимально можливих балів.

Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності

студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль.

Підсумковим контролем є екзамен. Екзамен відбувається у формі письмового тесту відповідно до вимог Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт із дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірювань» / укладач: В.Г. Павлик. – Полтава: НУПП, 2020. – 104с.

2. Методичні вказівки для виконання практичних робіт дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірювань» / укладач: В.Г. Павлик. – Полтава: НУПП, 2020. – 30с.

3. Методичні вказівки для виконання розрахункової роботи з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» «Врівноваження висотної геодезичної мережі параметричним методом» / укладач: В.Г. Павлик. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 16 с.

4. Журнал для лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» / укладач: В.Г. Павлик. – Полтава: НУПП, 2023. – 32 с.

18. Рекомендована література

1. Зазуляк П.М., Гавриш В.І. та ін. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань. – Львів:Видавництво «Растр-7», 2019. – 408 с.

2. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. – К.: «КНУБА», 2022. – 216 с.

3. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. – К.: «КНУБА», 2020. – 236 с.

4. Метешкін К.О., Шаульський Д.В. Математична обробка геодезичних вимірів. – Харків: ХНАМГ, 2021. – 176 с.

5. Пічугін С.Ф. Математична обробка геодезичних вимірів. – Полтава: Видавництво «АСМІ», 2018. – 167 с.

6. Oleg Varabash, Olena Bandurka, Vadim Shpuryk, Olha Svynchuk. Information system of analysis of geodata for tracking changes of vegetation. – Advanced Information Systems, Vol. 5 No.4, 2023. – 16 p.

7. Taylor & Francis Group. MatheMatical techniques in GIS. – Boca Raton London New York, 2024. – 35 p.

19. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів, метрологія, стандартизація та сертифікація» для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 «Геодезія і землеустрій» / Укладачі: В.Г. Павлик, С.В. Нестеренко; А.В. Гасенко – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2024. – 19с.

2. Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» / Схвалено Вченою радою Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Протокол № 12 від 30.04.2020. – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2020. – 40 с.

3. Положення про семестровий контроль в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» / Схвалено Вченою радою Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Протокол № 12 від 30.04.2020. – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2020. – 15 с.