

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ННІПІ

_____ Василь БРИЧ
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. проректора з науково-педагогічної
роботи

_____ Віктор ОСТРОВЕРХОВ
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ННІНОТ

_____ Святослав ПИТЕЛЬ
« _____ » _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
«МАТЕМАТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ»

Ступінь вищої освіти – **бакалавр**
Галузь знань – **19 Архітектура та будівництво**
Спеціальність – **193 Геодезія та землеустрій**
Освітньо-професійна програма – **Експертна оцінка землі та нерухомого майна**

Кафедра прикладної математики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції, год.	Практичні заняття, год.	ІРС, год.	Тренінг, КПЗ, год.	СРС, год.	Разом, год.	Екзамен (семестр)
Денна	2	4	28	28	3	8	53	120	4
Заочна	2	3, 4	8	4	–	–	108	120	4

Тернопіль – 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки магістра галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022 р.).

Робочу програму склав к. екон. наук, доцент кафедри прикладної математики Роман ЦІЩИК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики, протокол № 1 від 28 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____ Олесья
МАРТИНЮК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Голова групи забезпечення спеціальності _____ Ігор
ПЕРОВИЧ

Гарант ОПП _____ Ігор
ПЕРОВИЧ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ»

1. Опис дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів».

Дисципліна – «Математичне опрацювання геодезичних вимірів»	Галузь знань, спеціальність, освітньо- професійна програма, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4	Галузь знань – 19 Архітектура та будівництво	Статус дисципліни – обов'язкова. Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 193 Геодезія та землеустрій	Рік підготовки: Денна – 2 Заочна – 2 Семестр: Денна – 4 Заочна – 3, 4
Кількість змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма – Експертна оцінка землі та нерухомого майна	Лекції: Денна – 28 год. Заочна – 8 год. Практичні заняття: Денна – 28 год. Заочна – 4 год.
Загальна кількість годин: Денна – 120 Заочна – 120.	Ступінь вищої освіти – бакалавр	ІРС: Денна – 3 год. Заочна – Тренінг, КПЗ: Денна – 8 год. Заочна – Самостійна робота: Денна – 53 год. Заочна – 108 год.
Тижневих годин – 8, з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання вивчення навчальної дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів».

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни.

Головним завданням курсу «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» є розробка способів обчислення та оцінки точності результатів вимірів найбільш надійних значень як окремих величин, так і сукупності різнорідних величин, які зв'язані між собою математичними умовами.

2.2. Завдання вивчення навчальної дисципліни.

В результаті вивчення дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» студенти повинні отримати навички для розв'язування наступних завдань:

- дослідження закономірностей виникнення та впливу помилок вимірів;
- вивчення законів розподілу та критеріїв помилок вимірів;
- розробка способів оцінки точності результатів вимірів.

Метою проведення лекційних занять є ознайомлення студентів із головними методологічними та методичними питаннями аналізу та обробка геодезичних вимірів, передових способів оцінки точності функцій результатів вимірів та розрахунку точності вимірів при заданій точності функцій.

Лекційний курс передбачає:

- викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни різних способів оцінки точності функцій результатів вимірів та розрахунку точності вимірів при заданій точності функцій та її зв'язком з іншими природничими та фізико-математичними науками;
- сформулювати у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу «Математичне опрацювання геодезичних вимірів».

Мета проведення практичних занять полягає в ознайомленні студентів з різними напрямками обробки геодезичних вимірів та її зв'язком з іншими природничими та фізико-математичними науками.

Завдання проведення практичних занять:

- вивчення та вибір оптимальних способів зрівноважування вимірів величин в геодезичних мережах;
- вивчення способів оцінки точності функцій результатів вимірів та розрахунку точності вимірів при заданій точності функцій;
- вивчення правил апроксимації функцій способом найменших квадратів;
- розробка правил оцінки залежності між собою кількох величин.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни.

У процесі викладання навчальної дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» основна увага приділяється оволодінню студентами загальними та професійними компетентностями, а саме:

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

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Освітній компоненті «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» передують вивчення такої пов'язаної освітньої компоненти, як «Геодезія».

2.5. Результати навчання.

у результаті вивчення даного курсу студент повинен набути таких програмних результатів навчання:

✓ 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.

3. Теоретична частина навчальної дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів».

Змістовий модуль 1. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики.

Тема 1. Основні поняття та теореми елементарної теорії ймовірностей.

Подія – основне поняття класичної теорії ймовірностей. Види подій. Повна група подій. Відносна частота і ймовірність події. Додавання ймовірностей. Залежні та незалежні події. Множення ймовірностей. Формула повної ймовірності. Розрахунок ймовірності числа появи події в серії повторних випробувань.

Тема 2. Випадкові величини, їх закони розподілу та числові характеристики.

Випадкова величина як основне поняття сучасної теорії ймовірностей. Види випадкових величин. Закон розподілу випадкової величини. Ряд розподілу. Многокутник розподілу. Функція розподілу. Ймовірність попадання випадкової величини в заданий інтервал. Функція щільності розподілу. Числові характеристики розподілу випадкової величини. Характеристики положення. Характеристики розсіювання.

Тема 3. Оцінка точності функцій безпосередньо виміряних величин.

Нормальний закон розподілу та його параметри. Моменти нормального закону розподілу. Ймовірність попадання нормально розподіленої величини в заданий інтервал. Нормальна функція розподілу. Діапазон практично можливих значень величини.

Тема 4. Граничні теореми теорії ймовірностей.

Закон великих чисел. Центральна гранична теорема. Нерівність Чебишева. Теорема Чебишева. Узагальнена теорема Чебишева. Теорема Маркова. Наслідки закону великих чисел. Центральна гранична теорема Ляпунова.

Змістовий модуль 2. Визначення закону розподілу випадкової величин.

Тема 5. Визначення закону розподілу випадкової величини на основі дослідних даних.

Завдання математичної статистики. Проста статистична сукупність. Статистичний ряд розподілу. Гістограма. Статистична функція розподілу. Числові характеристики статистичного розподілу. Вирівнювання статистичного ряду розподілу. Критерії перевірки статистичних гіпотез.

Тема 6. Статистична обробка обмеженого числа випробувань.

Особливості обробки. Числова оцінка параметру статистичного розподілу. Числові оцінки математичного сподівання та дисперсії. Довірчий інтервал. Довірча ймовірність. Точні та приблизні методи побудови довірчих інтервалів.

Тема 7. Системи випадкових величин.

Визначення системи випадкових величин. Функція розподілу та функція щільності розподілу системи двох величин. Числові характеристики системи. Кореляційний момент. Коефіцієнт кореляції. Оцінки числових характеристик

системи двох величин. Кореляційний аналіз в системі двох випадкових величин. Рівняння регресії.

Змістовий модуль 3. Спосіб найменших квадратів.

Тема 8. Основні положення теорії похибок вимірів.

Предмет і завдання теорії похибок. Відомості про виміри та їх похибки. Класифікація похибок вимірів. Критерії точності вимірів. Абсолютні та відносні похибки результатів вимірів. Похибки функцій виміряних величин. Розрахунок похибок вимірів за похибками функцій.

Тема 9. Математична обробка рівноточних вимірів величини.

Зміст завдання. Проста арифметична середина як найбільш надійне значення величини. Похибка простої арифметичної середини. Похибка результатів вимірів. Формула Гаусса. Формула Бесселя. Довірчий інтервал для істинного значення величини. Оцінка точності значень похибок.

Тема 10. Математична обробка нерівноточних вимірів величини.

Зміст завдання. Загальна арифметична середина як найбільш надійне значення величини. Ваги вимірів. Ваги функцій виміряних величин. Середня квадратична похибка одиниці ваги. Формула Бесселя. Формула Гаусса. Формула Ферреро. Похибки найбільш надійного значення та результатів вимірів. Довірчий інтервал для істинного значення величини. Оцінка точності значень похибок.

Тема 11. Математична обробка подвійних вимірів однорідних величин.

Подвійні виміри однорідних величин і завдання математичної обробки їх результатів. Оцінка точності подвійних рівноточних вимірів. Оцінка точності подвійних нерівноточних вимірів.

Тема 12. Принцип найменших квадратів та завдання зрівноважування вимірів у геодезичних мережах.

Сумісна обробка результатів вимірів кількох величин. Принцип найменших квадратів і його зв'язок з принципом арифметичної середини. Способи розв'язування завдання зрівноважування. Вибір оптимального способу зрівноважування.

4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів».
(денна форма навчання)

	Кількість годин, в т. ч.					
	Лекції	Практичні заняття	ІРС	Тренінг, КПЗ	СРС	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Елементи теорії ймовірності та математичної статистики.						
Тема 1. Основні поняття та теореми елементарної теорії ймовірностей.	2	2	–	3	4	Поточне опитування
Тема 2. Випадкові величини, їх закони розподілу та числові характеристики.	2	2	0,5		5	Поточне опитування
Тема 3. Нормальний закон розподілу випадкової величини.	2	2	–		4	Поточне опитування
Тема 4. Граничні теореми теорії ймовірностей.	4	4	0,5		5	Тестування
Змістовий модуль 2. Визначення закону розподілу випадкової величин.						
Тема 5. Визначення закону розподілу випадкової величини на основі дослідних даних.	2	2	–	2	4	Поточне опитування
Тема 6. Статистична обробка обмеженого числа випробувань.	2	2	0,5		5	Поточне опитування
Тема 7. Системи випадкових величин.	4	4	–		4	Модуль № 1
Змістовий модуль 3. Спосіб найменших квадратів.						
Тема 8. Основні положення теорії похибок вимірів.	2	2	0,5	3	5	Поточне опитування
Тема 9. Математична обробка рівноточних вимірів величини.	2	2	–		4	Поточне опитування
Тема 10. Математична обробка нерівноточних вимірів величини.	2	2	0,5		5	Поточне опитування
Тема 11. Математична обробка подвійних вимірів однорідних величин.	2	2	–		4	Поточне опитування
Тема 12. Принцип найменших квадратів та завдання зрівноважування вимірів у геодезичних мережах.	2	2	0,5		4	РКР
Разом	28	28	3	8	53	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин, в т. ч.		
	Лекції	Практичні заняття	СРС
Змістовий модуль 1. Елементи теорії ймовірності та математичної статистики.			
Тема 1. Основні поняття та теореми елементарної теорії ймовірностей.	0,5	0,5	9
Тема 2. Випадкові величини, їх закони розподілу та числові характеристики.	1,0	0,5	9
Тема 3. Нормальний закон розподілу випадкової величини.	0,5	–	9
Тема 4. Граничні теореми теорії ймовірностей.	1,0	0,5	9
Змістовий модуль 2. Визначення закону розподілу випадкової величин.			
Тема 5. Визначення закону розподілу випадкової величини на основі дослідних даних.	0,5	–	9
Тема 6. Статистична обробка обмеженого числа випробувань.	1,0	0,5	9
Тема 7. Системи випадкових величин.	0,5	–	9
Змістовий модуль 3. Спосіб найменших квадратів.			
Тема 8. Основні положення теорії похибок вимірів	0,5	0,5	9
Тема 9. Математична обробка рівноточних вимірів величини.	0,5	0,5	9
Тема 10. Математична обробка нерівноточних вимірів величини.	1,0	0,5	9
Тема 11. Математична обробка подвійних вимірів однорідних величин.	0,5	0,5	9
Тема 12. Принцип найменших квадратів та завдання зрівноважування вимірів у геодезичних мережах.	0,5	–	9
Разом	8	4	108

5. Тематика практичних занять.

Практичне заняття 1. Основні поняття та теореми елементарної теорії ймовірностей.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Подія - основне поняття класичної теорії ймовірностей. Види подій.
2. Повна група подій. Відносна частота і ймовірність події.
3. Додавання ймовірностей.
4. Залежні та незалежні події. Множення ймовірностей.
5. Формула повної ймовірності.
6. Розрахунок ймовірності числа появи події в серії повторних випробувань.

Література: [2], [8], [10], [11].

Практичне заняття 2. Випадкові величини, їх закони розподілу та числові характеристики.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Випадкова величина як основне поняття сучасної теорії ймовірностей.
2. Види випадкових величин. Закон розподілу випадкової величини.
3. Ряд розподілу. Многокутник розподілу. Функція розподілу.
4. Ймовірність попадання випадкової величини в заданий інтервал.
5. Числові характеристики розподілу випадкової величини.
6. Характеристики положення.

Література: [2], [4], [7], [11].

Практичне заняття 3. Нормальний закон розподілу випадкової величини.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Нормальний закон розподілу та його параметри.
2. Моменти нормального закону розподілу.
3. Ймовірність попадання нормально розподіленої величини в заданий інтервал.
4. Інтрузивний магматизм. Види інтрузивних тіл.
5. Нормальна функція розподілу.

Література: [3], [7], [8], [9].

Практичне заняття 4. Граничні теореми теорії ймовірностей.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Закон великих чисел.
2. Центральна гранична теорема.
3. Узагальнена теорема Чебишева.

4. Наслідки закону великих чисел.

Література: [4], [6], [8], [11].

Практичне заняття 5. Визначення закону розподілу випадкової величини на основі дослідних даних.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Завдання математичної статистики.
2. Проста статистична сукупність. Статистичний ряд розподілу.
3. Статистична функція розподілу. Числові характеристики статистичного розподілу.

Література: [5], [10], [11].

Практичне заняття 6. Статистична обробка обмеженого числа випробувань.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Особливості обробки. Числова оцінка параметру статистичного розподілу.
2. Числові оцінки математичного сподівання та дисперсії.
3. Визначення системи випадкових величин.
5. Точні та приблизні методи побудови довірчих інтервалів.

Література: [4], [8], [10].

Практичне заняття 7. Системи випадкових величин.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Функція розподілу та функція щільності розподілу системи двох величин.
2. Числові характеристики системи. Кореляційний момент.
3. Коефіцієнт кореляції. Оцінки числових характеристик системи двох величин.
4. Кореляційний аналіз в системі двох випадкових величин. Рівняння регресії.

Література: [3], [7], [8], [9].

Практичне заняття 8. Основні положення теорії похибок вимірів.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Предмет і завдання теорії похибок. Відомості про виміри та їх похибки.
2. Класифікація похибок вимірів. Критерії точності вимірів.
3. Абсолютні та відносні похибки результатів вимірів.
4. Похибки функцій виміряних величин. Типи пустель. Склад поширення еолових відкладів.

Література: [4], [7], [9].

Практичне заняття 9. Математична обробка рівноточних вимірів величини.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Зміст завдання. Проста арифметична середина як найбільш надійне значення величини.
2. Похибка простої арифметичної середини.
3. Похибка результатів вимірів. Формула Гаусса. Формула Бесселя.
4. Довірчий інтервал для істинного значення величини.

Література: [2], [6], [10].

Практичне заняття 10. Математична обробка нерівноточних вимірів величини.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Зміст завдання. Загальна арифметична середина як найбільш надійне значення величини.
2. Ваги вимірів. Ваги функцій виміряних величин.
3. Середня квадратична похибка одиниці ваги. Засоби запобігання утворення селів і зсувів.

Література: [2], [6], [11].

Практичне заняття 11. Математична обробка подвійних вимірів однорідних величин.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Подвійні виміри однорідних величин і завдання математичної обробки їх результатів.
2. Оцінка точності подвійних рівноточних вимірів.
3. Типи боліт. Специфіка осадконакопичення в болотах.
4. Оцінка точності подвійних нерівноточних вимірів.

Література: [4], [9], [11].

Практичне заняття 12. Тема Принцип найменших квадратів та завдання зрівноважування вимірів у геодезичних мережах.

Питання які виносяться на обговорення.

1. Сумісна обробка результатів вимірів кількох величин.
2. Принцип найменших квадратів і його зв'язок з принципом арифметичної середини.
3. Геологічні процеси у кріолітозоні.
4. Способи розв'язування завдання зрівноважування.

Література: [4], [8], [11].

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ).

Комплексне практичне індивідуальне завдання з навчальної дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» виконується самостійно кожним студентом на основі вибірових даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння головними поняттями стратиграфії та геохронології, будови земної кори та її речовинного складу. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп'ютерно-інформаційні технології.

7. Самостійної роботи студентів.

1. Подія - основне поняття класичної теорії ймовірностей.
2. Види подій. Повна група подій.
3. Відносна частота і ймовірність події.
4. Формула повної ймовірності.
5. Розрахунок ймовірності числа появи події в серії повторних випробувань.
6. Випадкова величина як основне поняття сучасної теорії ймовірностей.
7. Види випадкових величин.
8. Закон розподілу випадкової величини.
9. Ряд розподілу. Многокутник розподілу.
10. Функція розподілу. Ймовірність попадання випадкової величини в заданий інтервал.
11. Функція щільності розподілу.
12. Числові характеристики розподілу випадкової величини.
13. Характеристики положення. Характеристики розсіювання.
14. Нормальний закон розподілу та його параметри.
15. Моменти нормального закону розподілу.
16. Ймовірність попадання нормально розподіленої величини в заданий інтервал.
17. Діапазон практично можливих значень величини.
18. Центральна гранична теорема.
19. Теорема Маркова. Наслідки закону великих чисел.
20. Центральна гранична теорема Ляпунова.
21. Завдання математичної статистики.
22. Проста статистична сукупність.
23. Статистичний ряд розподілу.
24. Статистична функція розподілу.
25. Числові характеристики статистичного розподілу.
26. Вирівнювання статистичного ряду розподілу.
27. Критерії перевірки статистичних гіпотез.
28. Предмет і завдання теорії похибок.
29. Відомості про виміри та їх похибки.

30. Проста арифметична середина як найбільш надійне значення величини.
31. Похибка простої арифметичної середини.
32. Похибка результатів вимірів.
33. Ваги функцій вимірних величин.
34. Середня квадратична похибка одиниці ваги.
35. Подвійні виміри однорідних величин і завдання математичної обробки їх результатів.
36. Оцінка точності подвійних рівноточних вимірів. Оцінка точності подвійних нерівноточних вимірів.
37. Сумісна обробка результатів вимірів кількох величин.
38. Принцип найменших квадратів і його зв'язок з принципом арифметичної середини.
39. Способи розв'язування завдання зрівноважування. Вибір оптимального способу зрівноважування.

8. Тренінг з дисципліни.

1. **Вступна частина** проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. **Організаційна частина** полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.
3. **Практична частина** реалізовується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. **Підведення підсумків.** Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

Тематика тренінгу:

1. Числова оцінка параметру статистичного розподілу.
2. Числові оцінки математичного сподівання та дисперсії.
3. Довірчий інтервал. Довірча ймовірність.
4. Точні та приблизні методи побудови довірчих інтервалів.
5. Визначення системи випадкових величин.
6. Функція розподілу щільності розподілу системи двох величин.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування
- залікове модульне тестування та опитування;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;

- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КПЗ;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- розрахункові роботи;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Математичне опрацювання геодезичних вимірів» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПІЗ та тренінг)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)	Разом
20 %	20%	20%	40%	100%
Опитування під час занять (6 тем) 5 балів за тему – макс. 30 балів. Модульна контрольна робота, тестування – макс. 70 балів	Опитування під час занять (6 тем) 5 балів за тему – макс. 30 балів. Ректорська контрольна робота – макс. 70 балів	Підготовка КПІЗ – макс. 40 балів. Захист КПІЗ – макс. 40 балів. Участь у тренінгах – макс. 20 балів	Тестові завдання (10 тестів по 2 бали за тест) – макс. 20 балів. Теоретичне питання – макс. 20 балів. Задача 1 – макс. 30 балів. Задача 2 – макс. 30 балів	

Шкала оцінювання:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№ за порядком	Найменування	Номер теми
1.	Проектор ViewSonic PJ 7223	1-12
2.	Підключення до комп'ютера на процесорі Intel Celeron CPU G540 (2,5 GHz RAM 2Gb, HDD 500 Gb). Монітор Philips 193vV5LSB2	1-12
3.	Базове програмне забезпечення: ОС Windows 10 – згідно ліцензії Microsoft IT Academy та Microsoft DreamSpark for Students	1-12
4.	Програмне забезпечення базових інформаційних технологій: MS Office, телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox)	1-12
5.	Програмне забезпечення демо-версія: MapInfo (версія – 15.0) – 15 робочих місць.	1-12
6.	Комплект програм Digitals (15 шт.) з демо версією ліцензії надана компанією ООО «Аналитика».	1-12

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Атлас Геоінформаційні системи та корисні копалини України. – Київ. – Вид-во НАН України, 2017. – 168с.
2. Атаманенко Ю.Ю. Оцінка точності визначення відстаней за результатами опрацювання аерофотознімків з БПЛА. Інженерна геодезія. 2017. Вип. 64. С. 89-99.
3. Ачасов А. Б., Ачасова А. О. Інтегральний аналіз даних дистанційного зондування і цифрових моделей рельєфу з метою великомасштабного ґрунтового картографування // Вісник ХНАУ №.4. 2010.
4. Бачишин Б. Д. Автоматизація геодезичних вимірювань в землеустрої. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 238 с.
5. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теорія математичної обробки геодезичних вимірів. Підручник. – К.: Недра. 2017. – 367с.
6. Боровий В.О., Бурачек В.Г. Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання : навч. підруч. для студентів спец. Геодезія та землеустрої ВНЗ. Ун-т новіт. технологій. Вінниця: Нілан, 2017. – 235 с.
7. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2015. – 236 с.
8. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Е.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань. Підручник. – Львів: Растр 7, 2007. – 408 с.
9. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теорія математичної обробки геодезичних вимірів. Підручник. – К.: Недра. 1977. – 367с.
10. Бугай П.Т. Теорія помилок і способ найменших квадратів. Підручник. – Львів: ЛДУ. 2010. –366с.
11. Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. – М.: Научный мир, 2018. – 368 с.
12. Митропольський О.Ю., Іванік О.М. Основи морської геології. – К:ВПЦ «Київський університет», 2017. – 219 с.
13. Творошенко І.С. Конспект лекцій з дисципліни «Інтелектуальні геоінформаційні системи» / І.С. Творошенко, Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 95 с.
14. Тевяшев А.Д., Ткаченко В.П., Губа М.І., Манакова Н.О. Геоінформаційні системи: навч. посібник. Харків: ТОВ «Оберіг», 2014. – 272 с.
15. Чистяков А.А., Макаров Н.В., Макаров В.И. Четвертичная геология. – М.: ГЕОС, 2018. – 302 с.
16. Шевчук В.В., Іванік О.М., Крочак М.Д., Менасова А.Ш. Комплексний аналіз та обробка геодезичних вимірів. Практикум. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 136 с.
17. Galda M., Kujawski E., Przewlocki S. Geodezja i miernictwo budowlane. – Warszawa-Wroclaw, 2000. – 402 p.
18. Laser distance meter Nivel System DM series Інструкція з експлуатації www.nivelsystem.com

19. GIS Tutorial 1: Basic Workbook, 10.3.x edition (2019) / by Wilpen L. Gorr, Kristen S. Kurland. Paperback: 462 p.
20. Samoilenko V.M. GIS designing: Textbook (in English and Ukrainian) / V.M. Samoilenko, L.M. Datsenko, I.O. Dibrova. – Kyiv: SE “Print Service”, 2015. – 256 p.
21. Understanding GIS, fourth edition (2018) / by David Smith, Nathan Strout, Christian Harder, Steven Moore, Tim Ormsby, Thomas Balstrom. Paperback and Electronic: 414 p.