

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

ФАКУЛЬТЕТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА
(*назва факультету*)

Кафедра геодезії, картографії і кадастру
(*назва кафедри*)

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛІНИ**

«Математична обробка геодезичних вимірювань»
(*повна назва дисципліни*)

для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
(*шифр і назва спеціальності*)

освітнього ступеня бакалавр

Розробник ст. викладач Кононенко С. І
(*науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали*)

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри
протокол № від « » 20 р.
зав. кафедри (ініціали, прізвище)

ПЕРЕЛІК ДОКУМЕНТІВ
навчально-методичного комплексу дисципліни
«Математична обробка геодезичних вимірювань»

1. Навчальна (типова) програма дисципліни (за наявності).
2. Робоча програма навчальної дисципліни.
3. Опорний конспект лекцій.
4. Інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять.
5. Методичні матеріали, завдання і вказівки для самостійної роботи студентів.
6. Методичні матеріали для виконання індивідуальних завдань (рефератів, розрахункових, графічних, курсових робіт (проектів)).
7. Методичні матеріали для виконання контрольних робіт студентами заочної форми навчання.
8. Програма навчальної практики (за наявності).
9. Контрольні завдання для проведення поточного (модульного) і підсумкового контролю знань студентів (тестові завдання, контрольні роботи, екзаменаційні білети тощо).
10. Пакет ректорських контрольних робіт.
11. Пакет комплексних контрольних робіт.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра геодезії, картографії і кадастру
(назва кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ М.І. Мальований

«___» _____ 2019р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Математична обробка геодезичних вимірювань»

(повна назва дисципліни)

Освітній ступінь: _____ бакалавр _____

(назва освітнього ступеня)

Спеціальність: _____ 193 «Геодезія та землеустрій» _____

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація: _____

(назва спеціалізації)

Факультет: _____ лісового і садово-паркового господарства _____

(назва факультету, на якому вивчається дисципліна)

Робоча програма навчальної дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірювань»

для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», Умань: Уманський НУС, 2019. - 16 с.

Розробники: Кононенко Сергій Іванович, старший викладач _____
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання) (підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії) геодезії, картографії та кадастру

Протокол від « » вересня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____ проф. Кисельов Ю. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства

Протокол від. « 5 » вересня 2019 року № 1

« » _____ 20 року Голова _____ (М. В. Шемякін)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань <u>19 «Архітектура та будівництво»</u> (шифр і назва)	<u>вибіркова</u>	
Модулів – 2	Спеціальність <u>193 – «Геодезія та землеустрій»</u> (шифр і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2019-й	2020-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 240		3-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: 9 аудиторних – 4,2 самостійної роботи студента – 5,8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	16 год.	36 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	34 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		50 год.	90 год.
		Індивідуальні завдання:	
Вид контролю: залік/екзамен			

Примітка.

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

для денної форми навчання – 41,7% до 58,3%
для заочної форми навчання -

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Набуття знань про умови виникнення та дії похибок вимірювань, правила оцінки і розрахунку точності вимірювань, методи обробки геодезичних вимірювань та мереж; набуття вміння та навичок обробки вимірювань та геодезичних мереж.

Задачі: В процесі вивчення курсу математичної обробки геодезичних вимірювань студенти набувають знання, вміння, та навички, що необхідні для подальшого вивчення дисциплін геодезичного циклу та в виробничій діяльності.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати - методи математичної обробки вимірювань (рівно точних, нерівно точних, подвійних);

- методику оцінки точності функцій виміряних величин;

- принцип найменших квадратів зрівнювання геодезичних мереж;

- параметричний спосіб зрівнювання геодезичних мереж (тріангуляції, лінійно-кутових, нівелірних);

- корелатний спосіб зрівнювання геодезичних мереж.

вміти - виконувати аналіз результатів геодезичних вимірювань,

- проводити розрахунки необхідної точності вимірювань,

- здійснювати обробку багатократно виміряних величин (рівно точних, нерівноточних, подвійних),

- зрівнювати геодезичні мережі.

володіти - способами одержання і зберігання та методами первинної обробки і аналізу результатів геодезичних вимірювань;

- технологією математичної обробки геодезичних вимірювань і мереж, у тому числі із застосуванням сучасної обчислювальної техніки.

Компетентності, якими має оволодіти студент в процесі вивчення дисципліни:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у галузі геодезії та землеустрою або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій, положень і методів відповідної науки і характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;

- знання та розуміння області геодезії та землеустрою;

- здатність спілкуватися рідною мовою як усно так і письмово;

- здатність спілкуватися іншою мовою за спеціальністю геодезія та землеустрій;

- здатність використання інформаційних технологій;

- здатність вчитися і бути сучасно освіченим;

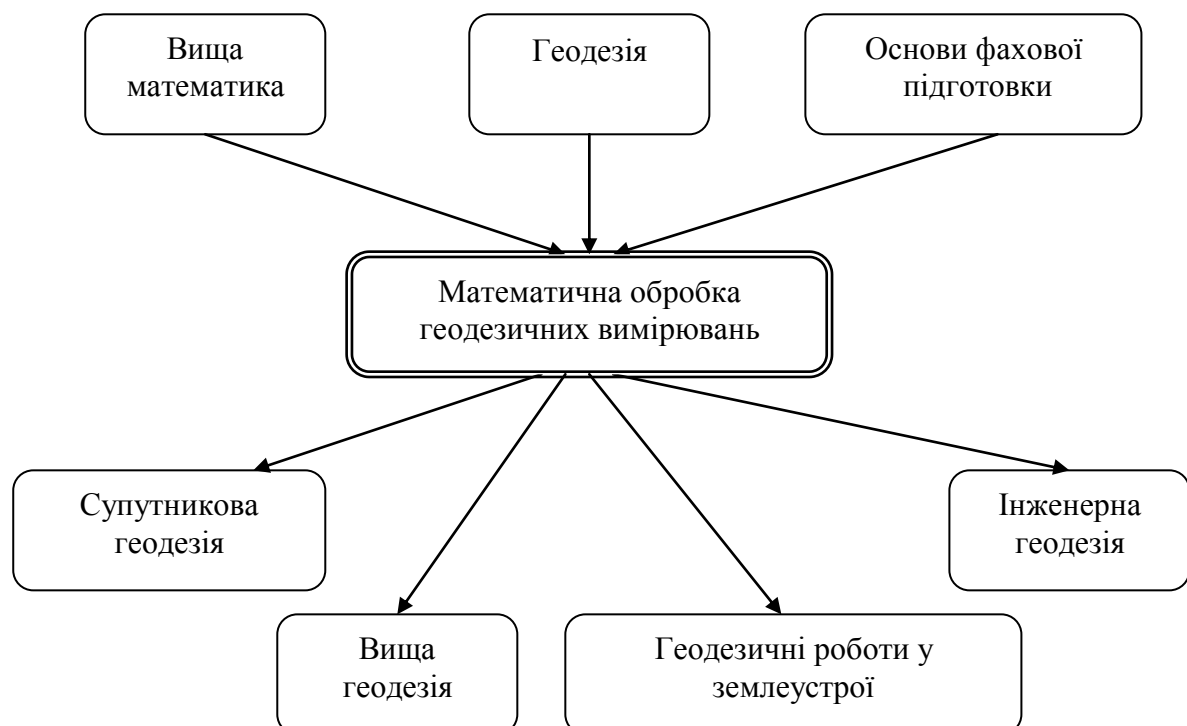
- здатність працювати як самостійно, так і в команді;

- визнання морально-етичних аспектів досліджень і необхідності інтелектуальної чесності, а також професійних кодексів поведінки.

Професійні (фахові) компетентності:

- здатність показувати знання і розуміння основних теорій, методів, принципів, технологій і методик в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність показувати базові знання із суміжних, вміння використовувати їх теорії, принципи та технічні підходи;
- здатність виконувати професійні обов'язки в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність вибирати методи, засоби та обладнання з метою здійснення професійної діяльності в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність самостійно збирати, обробляти, моделювати та аналізувати геопросторові дані у польових та камеральних умовах;
- здатність агрегувати польові, камеральні та дистанційні дані на теоретичній основі з метою синтезування нових знань у сфері геодезії та землеустрою;
- здатність розробляти проекти і програми, організовувати та планувати польові роботи, готувати технічні звіти та оформлювати результати польових, камеральних та дистанційних досліджень в геодезії та землеустрої;
- здатність вирішувати прикладні наукові та технічні завдання в галузі геодезії та землеустрою у відповідності до спеціальності.
- здатність розробляти проекти і програми, організовувати та планувати польові роботи, готувати технічні звіти та оформлювати результати польових, камеральних та дистанційних досліджень в геодезії та землеустрої;

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни:



3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОБРОБКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Вступ. Мета та основні завдання навчальної дисципліни "Математична обробка геодезичних вимірювань". Роль навчальної дисципліни "Математична обробка геодезичних вимірювань" у формуванні фахівців ОКР "бакалавр" напряму "Геодезія, картографія та землеустрій", її зв'язок з іншими професійно спрямованими навчальними дисциплінами. Наукові та практичні завдання математичної обробки геодезичних вимірювань. Зв'язок математичної обробки геодезичних вимірювань з іншими науками про Землю.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТІ

1.1. Основні поняття теорії ймовірності. Предмет теорії ймовірностей. Детермінований та випадковий експеримент. Класифікація подій (імовірні, неможливі та вірогідні). Різновиди випадкових подій (рівноможливі, нерівноможливі, сумісні, несумісні, залежні, незалежні, єдиноможливі, протилежні, повна група подій). Сума, різниця та добуток випадкових подій. Класичне, геометричне та статистичне означення ймовірності. Основні властивості ймовірності. Основні поняття та принципи комбінаторики.

1.2. Основні теореми теорії ймовірностей Теорема додавання ймовірностей. Теорема множення ймовірностей. Формула повної ймовірності. Теорема гіпотез (формула Байєса). Схема незалежних повторних випробувань та формула Бернуллі. Послідовність випробувань із різними ймовірностями.

1.3. Випадкові величини та їх імовірнісні характеристики Види випадкових величин (дискретні, неперервні). Закон розподілу ймовірностей випадкових величин та способи його представлення (аналітичне, табличне, графічне). Інтегральна функція розподілу та її властивості. Диференціальна функція розподілу та її властивості. Числові характеристики випадкових величин: математичне сподівання, мода, медіана, дисперсія, стандарт, середнє квадратичне відхилення, початковий момент, центральний момент, асиметрія та ексцес.

Закони розподілу випадкових величин (нормальний, рівномірний). Числові характеристики законів розподілу випадкових величин. Правило трьох сигм.

1.4. Системи і функції випадкових величин та їх характеристики Системи двох та довільної кількості випадкових величин. Закони розподілу та числові характеристики системи випадкових величин (математичне сподівання та дисперсія, функція та щільність розподілу, функціональна та стохастична залежність, початковий та центральний моменти, кореляційний момент та коефіцієнт кореляції). Функції випадкових величин та їх характеристики. Закон розподілу та числові характеристики функції випадкових величин. Закон великих чисел та центральна гранична теорема (загальне поняття, нерівність Чебишева). Граничні теореми теорії ймовірностей (Чебишева, Бернуллі, Ляпунова).

МОДУЛЬ 1.2. ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

2.1. Основні поняття математичної статистики, статистичні розподіли та їх параметри Основні завдання математичної статистики. Статистичні (варіаційні) ряди та їх характеристики. Графічні методи зображення статистичного матеріалу

(полігон частот, ступінчастий графік, гістограма). Статистичні оцінки параметрів розподілу. Стандартні розподіли математичної статистики (розподіл χ^2 – Пірсона, розподіл t – Стьюдента, розподіл F – Фішера-Снедекора). Оцінювання параметрів розподілу за малими вибірками. Довірчі інтервали.

2.2. Статистична перевірка гіпотез Загальне завдання перевірки гіпотез. Статистичні дослідження рядів вимірювань. Перевірка гіпотези про закон розподілу генеральної сукупності (за асиметрією і ексцесом, критеріями Колмогорова та Пірсона). Завдання вирівнювання статистичного ряду.

2.3. Основи дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу Однофакторний та двофакторний дисперсійний аналіз. Кореляційний аналіз. Лінійна та нелінійна регресія.

МОДУЛЬ 2. ВРІВНОВАЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

МОДУЛЬ 2.1. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПОХИБОК ВИМІРЮВАНЬ

3.1. Основні поняття теорії похибок Основні завдання теорії похибок. Суть вимірювального процесу. Класифікація вимірювань. Похибки вимірювань, їх класифікація та властивості. Розподіл ймовірності випадкових похибок. Критерії точності вимірювань (абсолютні – стандарт, середня, ймовірна та гранична похибки; відносна похибка).

3.2. Рівноточні вимірювання та їх числові характеристики Рівноточні вимірювання. Принцип арифметичної середини. Імовірнісна похибка. Середня квадратична похибка (формули Гаусса, Бесселя, Петерса). Середня квадратична похибка функції виміряних величин. Окремі випадки оцінювання точності функцій. Розрахунок точності вимірювань для функції виміряних величин (принципи рівного впливу та введення коефіцієнтів впливу точності окремих вимірювань).

3.3. Нерівноточні вимірювання та їх числові характеристики Нерівноточні вимірювання та їх ваги. Загальне середнє арифметичне та його вага. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги за істинними та імовірнісними похибками. Середня квадратична похибка загальної арифметичної середини. Вага функції незалежно виміряних величин.

3.4. Математична обробка рядів вимірювань Сутність точкового оцінювання вимірювань та за довірчим інтервалом. Обробка ряду рівноточних вимірювань. Обробка ряду нерівноточних вимірювань. Обробка ряду подвійних рівноточних та нерівноточних вимірювань.

МОДУЛЬ 2.2. МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ

4.1. Основи методу найменших квадратів Суть задачі спільної обробки математично пов'язаних між собою кількох виміряних величин (необхідні та надлишкові величини, рівняння зв'язку, нев'язки, поправки). Принцип найменших квадратів. Основи параметричного та корелятного способів врівноваження геодезичних мереж. Параметричні та умовні рівняння поправок. Матрична форма запису системи рівнянь поправок та принципу найменших квадратів. Складання систем нормальних рівнянь для параметричного та корелятного способів врівноваження. Контроль обчислення коефіцієнтів нормальних рівнянь. Приведення рівнянь до рівноточного виду. Обумовленість системи нормальних рівнянь. Розв'язання системи нормальних рівнянь. Алгоритм Гаусса: послідовне виключення

невідомих, елімінаційні та еквівалентні рівняння, обчислення невідомих, контроль розв'язання системи нормальних рівнянь за допоміжними невідомими та проміжні контролю, контроль невідомих. Поняття про інші точні і наближені методи розв'язання системи нормальних рівнянь: оберненої матриці, квадратних коренів, ортогоналізації, Якобі (простої ітерації) та Зейделя. Поняття про розв'язання вироджених та погано обумовлених систем нормальних рівнянь.

4.2. Параметричний спосіб врівноваження геодезичних мереж Обґрунтування та послідовність параметричного способу врівноваження. Матрична форма. Складання параметричних рівнянь поправок для вимірних перевищень, довжин сторін, напрямків та кутів. Контроль розв'язання системи нормальних рівнянь за $[pv^2]$, контроль невідомих, остаточний контроль врівноваження параметричним способом. Оцінювання точності результатів врівноваження параметричним способом. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги (за схемою Гаусса, за обчисленими поправками до результатів вимірювань, за поправками та вільними членами параметричних рівнянь поправок). Вага функції вимірних величин. Визначення середніх квадратичних похибок врівноважених значень вимірних величин та параметрів. Спосіб Енке. Коефіцієнти кореляції між врівноваженими значеннями параметрів.

4.3. Корелатний спосіб врівноваження геодезичних мереж Обґрунтування та послідовність корелатного способу врівноваження. Матрична форма. Умовні рівняння поправок у геодезичних мережах під час використання корелатного способу врівноваження. Контроль розв'язання системи нормальних рівнянь корелат за $[pv^2]$, за сумарним рівнянням та за умовними рівняннями поправок. Оцінювання точності результатів врівноваження корелатним способом. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги. Визначення оберненої ваги та середньої квадратичної похибки функції врівноважених величин. Вагові функції для геодезичних мереж.

4.4. Комбіновані способи врівноваження Групові способи розв'язання систем умовних рівнянь: способи Гаусса, спосіб Крюгера. Корелатне врівноваження геодезичних мереж за двома групами. Параметричний спосіб з надлишковими невідомими. Корелатний спосіб з додатковими невідомими.

4.5. Апроксимація функцій вимірних величин Використання параметричного способу врівноваження для визначення параметрів лінійної, криволінійної та періодичної апроксимуючої функції. Спосіб Чебишева.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових 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. Теоретичні основи обробки геодезичних вимірювань												
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.1. Основи теорії ймовірності												
Вступ	8	2				6						
Основні поняття теорії ймовірності	8	2				6						
Випадкові величини та їх характеристики	10	4				6						
Системи і функції випадкових величин	12	2	2			8						
За модуль	38	10	2			26						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.2. Основи математичної статистики												
Основні поняття математичної статистики.	8	2				6						
Статистичні розподіли та їх параметри	12	2	4			6						
Основи дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу	20	2	8			12						
За модуль	42	6	12			26						
Разом за модуль I	80	16	14			50						
МОДУЛЬ II. Врівноваження геодезичних мереж												
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.1. Основи теорії похибок вимірювань												
Основні поняття теорії похибок	12	2				10						
Рівноточні вимірювання та їх числові характеристики	16	4	2			10						
Нерівноточні вимірювання та їх числові характеристики	16	4	2			10						
Математична обробка рядів вимірювань	18	4	4			10						
За модуль	62	14	8			40						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.2. Метод найменших квадратів												
Основи методу найменших квадратів	8	2				6						
Параметричний спосіб врівноваження геодезичних мереж	36	8	12			16						
Корелатний спосіб врівноваження геодезичних мереж	32	8	8			16						
Комбіновані способи врівноваження	14	2	6			6						
Апроксимація функцій вимірюваних величин	8	2				6						
За модуль	98	22	26			50						
Разом за модуль	160	36	34			90						
Усього годин	240	52	48			140						

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	ПР-1. Основи теорії математичної обробки	2	
2	ПР-2. Математична статистика	4	
3	ПР-3. Числові характеристики випадкових величин	6	
4	ПР-4. Кореляційно-регресійний аналіз	2	
	Разом за I семестр	14	
5	ПР-5. Обробка ряду рівноточних вимірювань	2	
6	ПР-6. Обробка ряду нерівноточних вимірювань однієї величини	2	
7	ПР-7. Обробка ряду подвійних вимірювань однорідних величин	4	
8	ПР-7. Оцінка точності функцій виміряних величин	4	
9	ПР-8. Аналіз розподілу результатів багаторазових вимірювань горизонтального кута	4	
10	ПР-9. Зрівнювання нівелірної мережі параметричним способом	4	
11	ПР-10. Зрівнювання нівелірної мережі корелатним способом	8	
12	ПР-11. Зрівнювання мережі триангуляції двохгруповим корелатним способом	6	
	Разом за II семестр	34	
	Разом за курс	48	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Основні поняття та принципи комбінаторики.	6	
2	Теорема додавання ймовірностей.	6	
3	Теорема множення ймовірностей.	6	
4	Формула повної ймовірності.	6	
5	Теорема гіпотез (формула Байєса).	6	
6	Схема незалежних повторних випробувань Бернуллі.	6	
7	Послідовність випробувань із різними ймовірностями.	6	
8	Числові характеристики законів розподілу випадкових величин. Правило трьох сигм.	6	
9	Закон великих чисел та центральна гранична теорема (загальне поняття, нерівність Чебишева).	6	
10	Граничні теореми теорії ймовірностей (Чебишева, Бернуллі, Ляпунова).	6	
11	Оцінювання параметрів розподілу за малими вибірками. Довірчі інтервали.	6	
12	Загальне завдання перевірки гіпотез. Статистичні дослідження рядів вимірювань.	6	
13	Перевірка гіпотези про закон розподілу генеральної сукупності (за асиметрією і ексцесом, критеріями Колмогорова та Пірсона).	6	
	Розподіл χ^2 – Пірсона, розподіл t – Стьюдента, розподіл F – Фішера-Снедекора).	8	
14	Матрична форма запису системи рівнянь поправок та принципу найменших квадратів.	6	
15	Поняття про методи розв'язання системи нормальних рівнянь: оберненої матриці, квадратних коренів, ортогоналізації.	6	
16	Поняття про розв'язання вироджених та погано обумовлених систем нормальних рівнянь.	6	
17	Поняття про методи розв'язання системи нормальних рівнянь: метод Якобі (простої ітерації).	6	
18	Поняття про методи розв'язання системи нормальних рівнянь: метод Зейделя.	6	
19	Коефіцієнти кореляції між врівноваженими значеннями параметрів.	6	
20	Параметричний спосіб з надлишковими невідомими.	6	
21	Корелатний спосіб з додатковими невідомими.	6	
23	Визначення параметрів функції способом Чебишева	6	
	Разом	140	

9. Індивідуальні завдання

1. Наукові та практичні завдання математичної обробки геодезичних вимірювань. Детермінований та випадковий експеримент.
2. Основні поняття та принципи комбінаторики.
3. Теорема гіпотез (формула Байєса).
4. Послідовність випробувань із різними ймовірностями.
5. Закони розподілу випадкових величин (нормальний, рівномірний).
6. Числові характеристики законів розподілу випадкових величин.
7. Закон великих чисел та центральна гранична теорема (загальне поняття, нерівність Чебишева).
8. Граничні теореми теорії ймовірностей (Чебишева, Бернуллі, Ляпунова).
9. Оцінювання параметрів розподілу за малими вибірками.
10. Лінійна та нелінійна регресія.
11. Окремі випадки оцінювання точності функцій.
12. Розрахунок точності вимірювань для функції вимірних величин (принципи рівного впливу та введення коефіцієнтів впливу точності окремих вимірювань).
13. Вага функції незалежно вимірних величин.
14. Розв'язання системи нормальних рівнянь способом оберненої матриці.
15. Розв'язання системи нормальних рівнянь способом квадратних коренів.
16. Розв'язання системи нормальних рівнянь способом ортогоналізації.
17. Розв'язання системи нормальних рівнянь способом Якобі (простой ітерації).
18. Розв'язання системи нормальних рівнянь способом Зейделя.
19. Поняття про розв'язання вироджених та погано обумовлених систем нормальних рівнянь.
20. Визначення середніх квадратичних похибок врівноважених значень вимірних величин та параметрів способом Енке.

10. Методи навчання

Навчальна дисципліна викладається на основі технологічного підходу до навчання. Він передбачає виклад теоретичного матеріалу на лекціях, який добре ілюструється за допомогою мультимедійних пристроїв, виконання лабораторних робіт за допомогою сучасного програмного забезпечення.

1. За характером подачі (викладення) навчального матеріалу: словесні, наочні, практичні.
2. За організаційним характером навчання:
 - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
 - методи контролю та самоконтролю у навчанні;
 - бінарні(подвійні) методи навчання.
3. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: індуктивно-дедукційні, репродуктивні, прагматичні, дослідницькі, проблемні тощо.
4. Засоби діагностики успішності навчання використовують для підсумкової експертизи знань і базуються на технології стандартизованого тестового контролю. Комплект базових тестових завдань з навчальної дисципліни.

11. Методи контролю

1. поточний контроль – має на меті оцінку роботи студентів за всіма видами аудиторної роботи (лекції, практичні заняття) і відображає поточні навчальні досягнення студентів в освоєнні програмного матеріалу дисципліни.
2. модульний (рубіжний) контроль, формою якого є атестація з кожного модулю, що визначений робочою навчальною програмою та навчальним планом; (модульні контрольні роботи, захист лабораторних робіт);
3. підсумковий – 4-й семестр – екзамен.

Контрольні питання:

1. Алгоритм Гауса для рішення системи нормальних рівнянь
2. Апроксимація функцій.
3. Асиметрія і ексцес результатів вимірювань і їх похибок
4. Вага функції виміряних величин.
5. Види зв'язку випадкових величин.
6. Видозміни основних способів зрівнювання
7. Визначення середньої квадратичної помилки одиниці ваги при параметричному способі зрівнювання геодезичних мереж.
8. Визначення систематичної похибки ряду подвійних нерівноточних вимірювань.
9. Визначення систематичної похибки ряду подвійних рівноточних вимірювань.
10. Використання ЕОМ в зрівняльних обчисленнях.
11. Випадкові події та їх класифікація.
12. Відносна частота і ймовірність події.
13. Властивості випадкових похибок вимірювань
14. Властивості похибок округлення.
15. Геодезичні вимірювання, їх класифікація по виду, призначенням і точності.
16. Грубі похибки вимірювань, їх виявлення та вилучення з обробки.
17. Двогруповий спосіб Гаусса.
18. Допуски для результатів нерівноточних вимірювань і їх функцій.
19. Допуски для результатів рівноточних вимірювань і їх функцій.
20. Закон великих чисел і центральна гранична теорема.
21. Ймовірне значення багаторазово і нерівноточних виміряної величини.
22. Ймовірно-статистичний аналіз результатів багаторазових вимірювань однієї величини.
23. Інтервальна оцінка нерівноточних вимірювань.
24. Інтервальна оцінка рівноточних вимірювань.
25. Контроль обчислення невідомих при рішенні нормальних рівнянь.
26. Контроль рішення системи нормальних рівнянь за сумою квадратів поправок $[pv^2]$.
27. Контроль рішення системи нормальних рівнянь зрівняних значень при параметричному способі зрівнювання.
28. Контроль рішення системи нормальних рівнянь по допоміжним невідомим.
29. Кореляційна залежність між випадковими величинами
30. Критерії точності вимірювань.

31. Методи зменшення впливу систематичних похибок на точність результатів вимірювань.
32. Нормальний розподіл результатів вимірювань і їх похибок.
33. Обробка подвійних нерівноточних вимірювань однорідних величин.
34. Обробка подвійних рівноточних вимірювань нерівноточних вимірювань і їх ваги.
35. Обробка ряду нерівноточних вимірювань однієї величини.
36. Обробка ряду рівноточних вимірювань однієї величини.
37. Обумовленість системи нормальних рівнянь.
38. Обчислення коефіцієнтів кореляції між рівняння значення параметрів.
39. Обчислення оберненої ваги функцій в способі Крюгера.
40. Обчислення середніх квадратичних похибок зрівняних значень параметрів.
41. Обчислення середньої квадратичної одиниці ваги при корелатному способі зрівнювання
42. Обчислення середньої похибки зрівняних значень виміряних величин
43. Основи методу найменших квадратів
44. Основні способи зрівнювання геодезичних побудов
45. Остаточний контроль зрівнювання геодезичних мереж параметричним способом.
46. Оцінка точності вимірювань при корелатному способі зрівнювання.
47. Оцінка точності результатів зрівнювання параметричним способом
48. Поняття про кореляційної зв'язку випадкових величин.
49. Порядок вирівнювання геодезичних мереж при корелатному способі зрівнювання.
50. Похибки вимірювань і їх класифікація.
51. Предмет і задачі математичної обробки вимірювань.
52. Принцип арифметичної середини при обробці повторних вимірів.
53. Принцип найменших квадратів обробки вимірювань
54. Принцип рівних впливів при розрахунку необхідної точності вимірювань.
55. Проміжні контролю рішення системи нормальних рівнянь.
56. Рівномірний розподіл результатів вимірювань і їх похибок.
57. Рівняння регресії для корельованих випадкових величин.
58. Рішення системи параметричних рівнянь поправок в параметричному способі зрівнювання.
59. Розподіл результатів вимірювань і їх похибок.
60. Розсіювання результатів і похибок вимірювань.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота																Екзамен	Сума
Модуль 1							Модуль 2										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
14	14	14	14	14	15	15	7	7	8	8	8	8	8	8	8		
56				44			30				40					30	100
100							70										

T1 – T16 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Критерії оцінки знань студентів на заліку

- „Зараховано” отримує студент, який набрав не менш ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- „Не зараховано” отримує студент, який набрав менше ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- До заліку не допускається студент, який набрав менше ніж 50 балів за навчальну роботу протягом семестру, не виконав і не здав всіх практичних робіт, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

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

13. Методичне забезпечення

Методичні вказівки для проведення практичних робіт.

14. Рекомендована література

Базова

1. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / Барковський В. В., Барковська Н. В., Лопатін О. К. – К. : ЦУЛ, 2002. – 448 с.
2. Большаков В.Д., Гайдаев П.А., Теория математической обработки геодезических измерений. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1977. – 367с.
3. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів: навч. посібн. / С. П. Войтенко. – К. : КНУБА, 2005. – 236 с.
4. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів: навч. посібн. / С. П. Войтенко. – К. : КНУБА, 2003. – 216 с.
5. Донченко В. С. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посібн. / Донченко В. С., Сидоров М. В.-С., Шарапов М. М. – К. : ВЦ "Академія", 2009. – 288 с.
6. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: навч. посібн. / П. М. Зазуляк, В. І. Гавриш, Е. М. Євсєєва, М. Д. Йосипчук. – Львів : Растр – 7, 2007. – 408 с.

Додаткова

1. Беллман Р. Введение в теорию матриц / Р. Беллман. – М. : Наука, 1976. – 352 с.

2. Большаков В. Д. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений / В. Д. Большаков, Ю. И. Маркузе. – М. : Недра, 1984. – 352 с.
3. Большаков В. Д. Теория математической обработки геодезических измерений / В. Д. Большаков, П. А. Гайдаев. – М. : Недра, 1977. – 366 с.
4. Бугай П. Т. Теорія помилок і спосіб найменших квадратів / П. Т. Бугай. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1960. – 366 с.
5. Видуев Н. Г. Математическая обработка геодезических измерений / Н. Г. Видуев, А. Г. Григоренко. – К. : Вища шк., 1978. – 376 с.
6. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. – Львів : Євросвіт, 2001. – 668 с.
7. Мазмишвили Л. И. Теория ошибок и метод наименьших квадратов / Л. И. Мазмишвили. – М.: Недра, 1978. – 311 с.
8. Справочник геодезиста: в 2-х кн. / под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1985. Кн. 1. – 1985. – 455 с.

15. Інформаційні ресурси