

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет економічних наук

Кафедра управління земельними ресурсами

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Юрій КОТЛЯР

“ ” 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математична обробка геодезичних вимірів

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність: G 18 «Геодезія та землеустрій»

Розробник

Завідувач кафедри розробника

Завідувач кафедри спеціальності

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Андрій МАСЬ

Лев ПЕРОВИЧ

Лев ПЕРОВИЧ

Олена ЛАЗАРСВА

Світлана БЕЛІНСЬКА

Євгенія ПОСТИКІНА

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	<u>Математична обробка геодезичних вимірів</u>	
Галузь знань	19 «Архітектура та будівництво»/ G «Інженерія, виробництво та будівництво»	
Спеціальність	193 «Геодезія та землеустрій»/ G 18 «Геодезія та землеустрій»	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалавр)	
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2025-2026 н.р.	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	3	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	3,5 кредитів / 105 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	- 16 год. - практичні заняття - 32 год. - години самостійної роботи – 57 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	46 %	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю		
Форма підсумкового контролю	Залік	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета: теоретична і практична підготовка студентів для забезпечення належної обробки результатів геодезичних вимірювань з метою усунення похибок та визначення найімовірніших значень цих величин, їх оцінку точності.

Завдання:

- теоретично та практично виконувати покладені на них обов'язки щодо використання геодезичних даних у землевпорядній галузі;
- повноцінно забезпечувати суцільний процес одержання геодезичних величин шляхом вимірювань, а також належним виконанням обчислень;

- аналізувати вплив умов виконання вимірювального процесу на одержані результати та можливість усунення похибок вимірювань.

Дисципліна «Математична обробка геодезичних вимірів» відноситься до циклу основних дисциплін.

Передумови вивчення дисципліни: засвоєння таких дисциплін як математика (вища алгебра, аналітична і диференціальна геометрія, диференціальні та інтегральні рівняння), геодезія (методи зображення земної поверхні на планах і картах; проведення кутових і лінійних вимірювань на місцевості), геологія та геоморфологія (будова твердої оболонки Землі), топографія, картографія (географічне та геометричне вивчення місцевості з наступним зображенням сферичної поверхні Землі на плоскій поверхні); - інженерна графіка й ін.

Очікувані результати навчання: вміння розв'язувати геодезичні задачі.

В результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- порядок виконання геодезичних вимірювань на фізичній поверхні Землі;
- фактори впливу (зовнішнє середовище, метеорологічні умови, особливості конструкції вимірювальних приладів і т.ін.) на процес виконання вимірювань;
- технічні засоби і методику виконання геодезичних вимірювань;
- організацію роботи з проведення геодезичних вимірів та їх подальшої математичної обробки.

має вміти:

- організовувати виконання математичних робіт щодо математичного опрацювання результатів геодезичних вимірювань;
- оцінювати одержані результати вимірювань, а також їх подальшої обробки;
- розробляти математичні алгоритми розв'язання геодезичних задач із врахуванням одержання найбільш ймовірніших значень;
- кваліфіковано розв'язувати геодезичні задачі та виконувати контроль за виконанням їх рішень.

Програмні компетенції
(Математична обробка геодезичних вимірів– ОПШ 18, БАК)
ЗК5, ФК3, ФК4, ФК6, ФК8, ПРН6, ПРН9)

загальні компетенції:

1) володіння базовими знаннями в галузі інформатики і сучасних інформаційних технологій, навички використання програмних засобів і навички роботи у комп'ютерних мережах, уміння створювати бази даних і використовувати Інтернет-ресурс;

фахові компетентності:

1) здатність до застосування знань з геодезії, землеустрою, земельного кадастру, земельного права на практиці для виконання професійних обов'язків;

2) здатність проводити польові, дистанційні і камеральні дослідження в галузі геодезії та землеустрою;

3) здатність самостійно збирати, обробляти, моделювати та аналізувати геопросторові дані у польових та камеральних умовах;

4) здатність вибрати методи, засоби та обладнання з метою здійснення професійної діяльності в галузі геодезії і землеустрою, навички роботи з геодезичними приладами, комп'ютером у землевпорядному виробництві, математична обробка геодезичних вимірів;

програмні результати навчання

1) використовувати геодезичне і фотограмметричне обладнання і технології, методи математичного оброблення геодезичних і фотограмметричних вимірювань;

2) обробляти результати геодезичних вимірювань, топографічних і кадастрових знімків, з використанням геоінформаційних технологій та комп'ютерних програмних засобів і системи керування базами даних.

3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Загальни й обсяг
1	Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини	2	6	7	15
2	Нерівноточні виміри	2	6	7	15
3	Подвійні виміри	2	2	5	9
4	Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки	2	2	5	9
5	Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики	2	2	5	9
6	Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов	2	6	7	15
7	Корелатний спосіб зрівнювання	4	8	21	33
	Всього за курсом	16	32	57	105

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекційних занять

№	Тема заняття/план
1	Тема 1. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини (2 год) 1. Проста арифметична середина і її властивості. 2. Формула емпіричної середньоквадратичної похибки. 3. Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
2	Тема 2. Нерівноточні виміри (2 год) 1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівноточних вимірів. 2. Вага функцій результатів вимірів.

	<p>3. Загальна арифметична середина і її властивості.</p> <p>4. Формула емпіричної середньої квадратичної похибки одиниці ваги.</p> <p>5. Послідовність математичної обробки ряду нерівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.</p>
3	<p>Тема 3. Подвійні виміри(2 год)</p> <p>1. Загальні положення.</p> <p>2. Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів.</p> <p>3. Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів.</p>
4	<p>Тема 4. Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки(2 год)</p> <p>1. Види залежностей.</p> <p>2. Кількісні характеристики лінійної стохастичної залежності.</p> <p>3. Залежні випадкові похибки в геодезії.</p>
5	<p>Тема 5. Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики(2 год)</p> <p>1. Сутність задачі зрівнювання результатів вимірів в геодезії.</p> <p>2. Два підходи до розв'язання задачі зрівнювання геодезичних побудов.</p> <p>3. Сутність і обґрунтування методу найменших квадратів, його використання у зрівнюванні геодезичних побудов.</p>
6	<p>Тема 6. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов(2 год)</p> <p>1. Постановка задачі. Рівняння поправок.</p> <p>2. Мінімум $[U^2]$. Нормальні рівняння.</p> <p>3. Матричне представлення параметричного методу зрівнювання. Розв'язання нормальних рівнянь.</p> <p>4. Оцінка точності зрівняних значень невідомих геодезичних вимірів.</p> <p>5. Обчислення емпіричної середньої квадратичної похибки за поправками, одержаними із зрівнювання.</p> <p>6. Середня квадратична похибка виміряних величин після зрівнювання</p> <p>7. Зрівнювання і оцінка точності при нерівноточних вимірах.</p> <p>8. Приклади складання рівнянь поправок для різних видів геодезичних вимірів і мереж.</p>
7	<p>Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання(2 год)</p> <p>1. Постановка задачі. Умовні рівняння.</p> <p>2. Знаходження умовного мінімуму методом найменших квадратів. Нормальні рівняння корелат і їх розв'язання.</p> <p>3. Оцінка точності функцій зрівняних величин.</p> <p>4. Обчислення середніх квадратичних похибок емпіричних і зрівняних величин поправок.</p> <p>5. Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів.</p>
8	<p>Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання(2 год)</p> <p>1. Застосування методу триангуляції для зрівнювання виміряних величин, пов'язаних умовами.</p>

4.2. План практичних (групових) занять

№	Тема заняття/план
1	Тема 1. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) 1. Розгляд властивостей простої арифметичної середини.
2	Тема 1. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) 1. Розрахунок емпіричної середньої квадратичної похибки.
3	Тема 1. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) 1. Обчислення простої арифметичної середини.
4	Тема 2. Нерівноточні виміри (2 год) 1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівно- точних вимірів. 2. Вага функцій результатів вимірів.
5	Тема 2. Нерівноточні виміри (2 год) 1. Властивості загальної арифметичної середини
6	Тема 2. Нерівноточні виміри (2 год) 1. Визначення емпіричної середньої квадратичної похибки одиниці ваги
7	Тема 3. Подвійні виміри (2 год) 1. Загальні положення 2. Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів. 3. Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів.
8	Тема 4. Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки (2 год) 1. Види залежностей 2. Кількісні характеристики лінійної стохастичної залежності 3. Залежні випадкові похибки в геодезії.
9	Тема 5. Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики(2 год) 1. Сутність задачі зрівнювання результатів вимірів в геодезії. 2. Два підходи до розв'язання задачі зрівнювання геодезичних побудов. 3. Сутність і обґрунтування методу найменших квадратів, його використання у зрівнюванні геодезичних побудов.
10	Тема 6. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов(2 год) 1. Постановка задачі. Рівняння поправок 2. Мінімум $[U^2]$. Нормальні рівняння 3. Матричне представлення параметричного методу зрівнювання. Розв'язання нормальних рівнянь.

11	Тема 6. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год) 1. Оцінка точності зрівняних значень невідомих геодезичних вимірів
12	Тема 6. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов(2 год) 1. Обчислення емпіричної середньої квадратичної похибки за поправками, одержаними із зрівнювання. 2. Середня квадратична похибка виміряних величин після зрівнювання. 3. Зрівнювання і оцінка точності при нерівноточних вимірах.
13	Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання (2 год) 1. Постановка задачі. Умовні рівняння 2. Знаходження умовного мінімуму методом найменших квадратів. Нормальні рівняння корелат і їх розв'язання
14	Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання (2 год) 1. Оцінка точності функцій зрівняних величин 2. Обчислення середніх квадратичних похибок емпіричних і зрівняних величин поправок
15	Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання(2 год) 1. Застосування метода триангуляції для зрівнювання виміряних величин, пов'язаних умовами.
16	Тема 7. Корелатний спосіб зрівнювання (2 год) 1. Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів

4.3. Завдання для самостійної роботи

Презентація

Презентація це представлення результатів самостійної роботи студента з опрацювання обраної теми, питання.

Мета презентації – набуття студентами навичок з аналізу власної роботи і публічного представлення результатів дослідження.

ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

- стислий виклад матеріалу, максимальна інформативність тексту;
- 12-15 слайдів (powerpoint);

- ретельно структурована інформація з акцентом на практичні аспекти питання, проблеми, завдання, тощо;
- використовуйте табличні форми подання інформації (діаграми, схеми) для ілюстрації найважливіших фактів, що дасть змогу подати матеріал компактно й наочно;
- пояснення треба розміщувати якнайближче до ілюстрацій, із якими вони мають з'являтися на екрані одночасно.

Питання для обговорення

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 виміряних величин (принципи рівного впливу та введення коефіцієнтів впливу точності окремих вимірювань).
13. Вага функції незалежно виміряних 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 (простої 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 виміряних величин та параметрів способом Енке.

Тема аналітичних робіт

1. Random events and their types.
2. Frequency and probability of events.
3. Adding events.

4. Independent and dependent events.
5. Proceeds of the event.
6. Theorem for adding probabilities of compatible events.
7. Formula of total probability
8. Theorem of hypotheses.
9. Repeated tests.
10. The most likely number of occurrences of repeated events
11. Random values.
12. Law of probability distribution of random variables.
13. Numerical characteristics of random variables
14. The concept of "error"
15. Classification of errors and their properties.
16. Assessment of the accuracy of measurement results.
17. Mean squared errors of functions of measured values.
18. Calculation of the arithmetic mean.
19. Mean squared error of the arithmetic mean.
20. Deviations from the arithmetic mean.
21. Processing of series of exact measurements. Double exact measurements.
22. Concept and definition of weight. The general arithmetic mean.
23. Mean squared error of the weight unit and the common arithmetic mean. Processing of series of uneven measurements.
24. Weights of functions of measured quantities.
25. The method of least squares.
26. Classification of the main balancing methods.
27. Basic geometric conditions that arise in buildings.
28. Method of sequential substitution.
29. Method of matrix transformations.
30. Solutions of systems of linear equations using the Gaussian algorithm
31. The way of Krakowians.
32. Balancing corrections for the measured directional angle.
33. Balancing corrections for the measured direction.
34. Balancing corrections for the angle. Balancing corrections for measured distance.
35. General theory of the correlation method of balancing.
36. Conditional and normal correlation equations.
37. Parametric balancing method
38. Bessel's method
39. Correct method with additional unknowns
40. The polygon method V.V. Popova
41. Linear function, quadratic, polynomial, periodic function.

42. Estimation of the accuracy of approximation parameters.
43. Balancing angles in a polygon
44. Balancing directions in triangulation
45. Balancing angles in a polygon
46. Equilibrium of triangulation by condition of coordinates

4.4. Форми і методи навчання та викладення дисципліни

Основними **формами навчання** є **практичні та групові** заняття, які передбачають оволодіння системою практичних професійних умінь та навичок з навчальної дисципліни та передбачають проведення аналізу соціально-економічного розвитку сільських територій. Така перевірка дає змогу виявити, якою мірою студент усвідомив теоретичні курсу.

Основними **методами навчання** є **пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний**, під час якого студенти одержують знання на лекції, сприймають і осмислюють факти, оцінки, висновки і залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення; **метод проблемного викладу**, під час якого викладач до викладу матеріалу ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, показує спосіб рішення поставленого завдання, а студенти стають свідками й співучасниками наукового пошуку; **дослідницький метод**, який передбачає аналіз матеріалу, постановки проблем і завдань і короткого усного або письмового інструктажу студентів; **дискусійні методи**, що передбачають такі елементи дискусії, як суперечки, зіткнення позицій, навмисного загострення протиріч; **словесний метод**, такий як пояснення та практичний метод, що передбачає розв'язання вправ, завдань, тестів.

4.5. Забезпечення освітнього процесу

Забезпечення освітнього процесу здійснюється із застосуванням Moodle 3.3, в рамках якої для студентів розміщено в мережу лекції, перелік екзаменаційних питань, питання до контрольних робіт, ККР з дисципліни, тести, ситуаційні завдання).

5. Підсумковий контроль

Форми і методи підсумкового контролю

Перелік питань підсумкового контролю (залік).

Формою підсумкового контролю є залік. **Залік** — це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу з певної дисципліни та на підставі результатів виконання ним певних видів робіт на практичних заняттях, що проводиться як контрольний захід під час залікового тижня.

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 Гауса.
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 $[py^2]$.
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 вимірних 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.

Типові задачі для розв'язування

1. Кути мережі триангуляції вимірювалися п'ятьма виконавцями. Ймовірність надійної роботи кожного виконавця дорівнювала $P(A_i) = 0,90 - 0,01 N$, де N - номер варіанту. Яка ймовірність того, що нев'язки трикутників мережі будуть допустимими?

2. Начальник партії, інспектор ВТК головний інженер контролюють результати топографічної зйомки. Ймовірність виявлення браку для начальника партії дорівнює $p_1 = 0,8 - 0,01 N$, інспектора ВТК - $0,9$ і головного інженера $p_3 = 0,7 + 0,01 N$. Знайти ймовірність того, що два з них виявлять брак.

3. Для системи випадкових величин ($x_1=1, x_2=2, x_3=3, x_4=4$) ($y_1=0,8, y_2=2,1, y_3=2,7, y_4=4,2$) при ймовірності їх появи $P_{x_i} = 0,25, P_{y_i} = 0,25$. Знайти:

- початкові моменти першого порядку при $S=1, q=0$ і $S=0, q=1$ та центральні моменти другого порядку при $S=2, q=0$ і $S=0, q=2$;
- кореляційний момент коефіцієнт кореляції r_{xy}
- рівняння регресії Y на X , якщо $y_1=0,8 + 0,01 N; y_2=2,1 + 0,01 N; y_3=2,7 - 0,01 N; y_4=4,2 - 0,01 N$, де N - номер варіанту.

Приклад тестового контролю знань:

1. Випадкові явища - це?

а) це такі явища, які при неодноразовому відтворюванні одного і того ж досліду щоразу протікають дещо інакше.

б) це такі явища, які при неодноразовому відтворюванні одного і того ж досліду щоразу протікають однаково.

в) це такі явища, які при неодноразовому відтворюванні різних подій і різних дослідів протікають однаково.

2. Випадкова величина - це ?

а) це величина, яка при досліді приймає значення заздалегідь невідоме і залежить від випадкових причин, які заздалегідь не можуть бути враховані.

в) це величина, яка при досліді приймає значення заздалегідь відоме і не залежить від випадкових причин, які заздалегідь не можуть бути враховані.

г) це величина, яка при досліді приймає значення заздалегідь відоме і не залежить від випадкових причин, які заздалегідь враховані.

3. Що таке подія?

а) це явище, що виникає при реалізації якого-небудь комплексу умов у результаті проведення випробування.

б) це явище, що виникає при реалізації якого-небудь комплексу умов без проведення випробування.

4. Комплекс умов - це

- а) це сукупність умов, при яких проводиться випробування.
- б) це явище, що виникає при реалізації якого-не будь комплексу умов без проведення випробування.
- в) це явище, що виникає при реалізації якого-не будь комплексу умов у результаті проведення випробування.

5. Події умовно поділяються на?

6. Достовірна(Вірогідна) подія

- а) подія - яка обов'язково виникає при здійсненні обумовленого комплексу умов і позначається літерою U, тобто $A=U$.
- б) подія, величина ймовірності якої досить близька до одиниці.
- в) це подія яка не виникає при виконанні досліду, її позначають літерою V, тобто $B=V$.

7. Практично достовірна подія - це

- а) це подія, величина ймовірності якої досить близька до одиниці.
- б) подія - яка обов'язково виникає при здійсненні обумовленого комплексу умов і позначається літерою U, тобто $A=U$.
- в) це подія яка не виникає при виконанні досліду, її позначають літерою V, тобто $B=V$.

8. Неможлива подія –

- а) це подія яка не виникає при виконанні досліду, її позначають літерою V, тобто $B=V$.
- б) подія яка обов'язково виникає при здійсненні обумовленого комплексу умов і позначається літерою U, тобто $A=U$.
- в) це подія яка не виникає при виконанні досліду, її позначають літерою V, тобто $B=V$.

9. Експесом випадкової величини X називають ?

10. Функцію розподілу F(x) називають?

11. Співвідношення, що встановлює зв'язок між областями можливих значень системи випадкових величин ймовірностями появи їх в цих областях – це:

12. Закон розподілу системи двох випадкових величин задають:

13. Функція двох аргументів F(x,y), яка дорівнює ймовірності сумісного виконання двох нерівностей $X < x_i$ та $Y < y_i$ – це:

- а) багатомірна випадкова величина;
- б) функція розподілу системи двох випадкових величин;
- в) закон розподілу системи випадкових величин.

14. Ймовірність попадання випадкової величини (X, Y,) в нескінченний квадрат площини з вершиною у точці (x,y) – це:

- а) геометрична функція розподілу системи двох випадкових величин
- б) функція розподілу системи двох випадкових величин;
- в) закон розподілу системи випадкових величин.

15. Що визначають за цією формулою
$$\varphi(x, y) = \frac{\partial^2 F(x, y)}{\partial x \partial y} = F''(x, y) \quad ?$$

$$F(x, y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y \varphi(x, y) dx dy \quad ?$$

16. Що визначають за цією формулою

- а) щільністю розподілу;
- б) закон розподілу;
- в) функцію розподілу.

17. Залежністю між випадковими величинами X та Y називають таку залежність, коли кожному значенню X , відповідає точне значення Y називають таку залежність:

- а) функціональною залежністю;
- б) стохастичною залежністю;
- в) ймовірною залежністю.

18. Залежністю між випадковими величинами X та Y називають таку залежність, при якій кожному значенню X можна вказати розподіл величини Y , яке змінюється при зміні X називають таку залежність:

- а) функціональною залежністю;
- б) стохастичною залежністю;
- в) ймовірною залежністю.

«0» варіант залікового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

Рівень вищої освіти бакалавр

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Напрямок підготовки: G 18 «Геодезія та землеустрій»

Семестр 1-3

Навчальна дисципліна **Математична обробка геодезичних вимірів**

ЗАЛКОВИЙ БІЛЕТ № «0»

1. Вага функції вимірних величин.
2. Випадкові події та їх класифікація.
3. Критерії точності вимірювань.

Практичне завдання

Начальник партії, інспектор ВТК головний інженер контролюють результати топографічної зйомки. Ймовірність виявлення браку для начальника партії дорівнює $p_1 = 0,8 - 0,01 N$, інспектора ВТК - $0,9$ і головного інженера $p_3 = 0,7 + 0,01 N$. Знайти ймовірність того, що два з них виявлять брак.

Затверджено на засіданні
кафедри, циклової комісії _____
Протокол № _____ від „____” _____ 20__ року

Завідувач кафедри, голова циклової комісії _____
(підпис)
Екзаменатор _____
(підпис)

Лев ПЕРОВИЧ
(прізвище та ініціали)
Андрій Мась
(прізвище та ініціали)

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Презентація	10
2	Тези доповіді	10
3	Питання для обговорення	5

4	Розв'язання розрахункових задач	15
5	Індивідуальна робота в аудиторії	30
6	Залік	30
7	Всього	100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Презентація - стислість, лаконічність та завершеність викладу інформації на слайдах, їх максимальна кількість для презентації результатів виконання проблемних ситуацій за однією з тем 1-15 – 12-15 слайдів.

Орієнтовні теми презентацій

До теми 1

Внесок Р. Декарта в науку

Роботи К.Гаусса

До теми 2

Фізичні величини у геодезії

Методи геодезичних вимірів

До теми 3

Середня квадратична похибка

Класи похибок

До теми 4

Властивості випадкових похибок

Випадкові похибки

До теми 5

Процес формування випадкових похибок

Випадкові похибки

До теми 6

Систематичні похибки, геодезичних вимірів

Характеристика систематичних похибок

До теми 7

Точність результатів оцінювання вимірів

Середньоквадратична похибка

До теми 8

Непрямі вимірювання

Апостеріорна оцінка точності функцій вимірюваних величин

До теми 9

Формула емпіричної середньоквадратичної похибки

Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини

До теми 10

Вага функцій результатів вимірів

Загальна арифметична середина і її властивості

До теми 11

Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів
Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів

До теми 12

Кількісні характеристики лінійної стохастичної залежності

Залежні випадкові похибки в геодезії

До теми 13

Сутність задачі зрівнювання результатів вимірів в геодезії

Два підходи до розв'язання задачі зрівнювання геодезичних побудов

До теми 14

Розв'язання нормальних рівнянь

Середня квадратична похибка вимірюваних величин після зрівнювання

До теми 15

Нормальні рівняння корелат і їх розв'язання

Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів

Тези доповіді – стисло, реферативним чином сформульовані основні положення доповіді, яка має відбутися безпосередньо під час проведення конференції, метою яких є– зацікавити та залучити фахівців, підготувати слухачів секційного засідання з метою покращення сприйняття інформації та ініціювання конструктивної дискусії або діалогу відповідно до тематики (сайти вищих навчальних закладів / наука або наукова робота; події; конференції (наприклад: <http://science.nmu.org.ua/ua/conferences/index.php> («Дніпровська політехніка» (наука); <http://lnau.edu.ua/lnau/> (Львівський національний аграрний університет (наукова робота); <https://chmnu.edu.ua/> (Чорноморський національний університет імені Петра Могили (наукові заходи).

Вміння розв'язувати типові завдання – коли студент вирішує (розв'язує) відповідні задачі. Цей бік завдання виявляється у завданні (в умові задачі) тих чи інших величин і їх значень – відомих і невідомих. Студент на основі статистичного щорічника та відповідних розрахунків має виконати завдання.

Тестування – є засобом контролю та діагностики знань студентів, призначені для самоконтролю та перевірки знань, що передбачає **вибір однієї або кількох правильних відповідей** (тестове завдання цієї форми складається з двох частин: умови, яка описує певну проблему та ставить завдання перед студентами; варіантів відповідей, серед яких, як мінімум, одна є правильною чи найкращою відповіддю, а решта – неправильні відповіді. **Посилання:** (<http://moodle3.chmnu.edu.ua/course/view.php?id=9737#section-0>).

Аналіз запропонованих аналітичних ситуацій - проводиться зі студентами з метою підвищення рівня їх підготовки та розкриття індивідуальних творчих здібностей з метою формування аналітичних вмінь. Цей підхід втілює в собі наступні ідеї: закріплення теоретичних знань з дисципліни; набуття навичок професійної

діяльності; підвищення пізнавального інтересу до навчальної дисципліни; сприяє розвитку дослідницьких, комунікативних і творчих навичок та критичного мислення.

Питання для обговорення – передбачає відповіді на питання, що розміщені на стор. 7-8 цієї робочої програми. За одне питання виставляється 5 балів, тобто студент повинен принаймні один раз виступити із запропонованими темами для обговорення.

Розв’язання розрахункових задач – приклади задач наведено на стор. 12-13. При розв’язанні розрахункових задач потрібно користуватись статистичним щорічником.

Індивідуальна робота в аудиторії – передбачає відповіді на питання під час групових занять, вміщує в себе теми доповідей (сторінка 9-10 цієї робочої програми).

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

III семестр

Поточний контроль							Презентація	Тези доповіді	Вміння розв’язувати повідані завдання	Питання для обговорення	Екзамени	Разом
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7						
6	6	2	2	2	6	6	10	10	15	5	30	100

7.Рекомендовані джерела інформації

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

Інтернет джерела

1. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів.

<http://www.studmed.ru/voytenko-cp-matematichna-obrobka-geodezichnih-vimrv-teorya-pohibok>

[vimrv_c0edeaba581.html](http://www.studmed.ru/voytenko-cp-matematichna-obrobka-geodezichnih-vimrv-teorya-pohibok/vimrv_c0edeaba581.html)

2. Тадеєв О.А. Математична обробка геодезичних вимірів. Конспект лекцій для студентів. <http://kaf-gis.kh.ua/matematicheskaya-obrabotka-geodezicheskikh-izmereniy-0>

3. Mathematical Geodesy Maa-6.3230 https://users.aalto.fi/~mvermeer/geom_en.pdf

4. Handbook of mathematical geodesy <https://www.springerprofessional.de/handbook-of-mathematical-geodesy/15836448>