

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет економічних наук

Кафедра управління земельними ресурсами

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Іщенко Н.М.

“28” серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математична обробка геодезичних вимірів

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Розробник

Завідувач кафедри розробника

Завідувач кафедри спеціальності

Гарант освітньої програми

В.о. декана факультету

Начальник НМВ

Мась А.Ю.

Горлачук В.В.

Горлачук В.В.

Смирнова С.М.

Філімонова О.Б.

Шкірчак С.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	<u>Математична обробка геодезичних вимірів</u>	
Галузь знань	19 «Архітектура та будівництво»	
Спеціальність	193 «Геодезія та землеустрій»	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій»	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)	
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки	
Курс навчання	II	
Навчальний рік	2	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	3,4	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	8кредитів / 240годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	51 год. 51 год.	
	138 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	43 %	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю	Контрольні роботи	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	

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 номативних 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 куткових 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:

- організувати 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 імовірних значень;
- кваліфіковані розв'язувати геодезичні задачі та виконувати контроль за виконанням їх рішень.

Компетентності та програмні результати

Загальні:

ЗК1 Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях

ЗК4 Здатність використання інформаційних технологій

ЗК5 Здатність працювати як самостійно, так і в команді

ЗК8 Визнання морально-етичних аспектів досліджень і дотримання принципів академічної доброчесності, а також професійних кодексів поведінки

Спеціальні (фахові):

СК1 Здатність демонструвати знання і розуміння основних теорій, методів, принципів, технологій і методик сфер і геодезії, землеустрою та кадастру, у поєднанні з базовими знаннями природничих, інженерних і економічних наук

СК2 Здатність виконувати професійні обов'язки в галузі геодезії із землеустрою відповідно до розуміння її предметної області.

СК4 Здатність проводити польові, дистанційні та камеральні дослідження в галузі геодезії та землеустрою, а також обробляти та аналізувати геопросторові дані за їх результатами

Результати навчання:

РН3 Знати теоретичні основи геодезії, вищої та інженерної геодезії, топографічного і тематичного картографування, складання та оновлення карт, дистанційного зондування Землі та фотограмметрії, землеустрою, земельного кадастру

РН6 Використовувати методи, засоби, обладнання та програмне забезпечення для збирання геопросторових даних, необхідної інформації в галузі геодезії та землеустрою, її систематизації та класифікації відповідно до поставленого проектного або виробничого завдання.

РН9 Володіти технологіями і методиками планування і виконання геодезичних, топографічних і кадастрових знімачів та комп'ютерної обробки результатів знімачів в геоінформаційних системах.

1. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Загальний обсяг
1	Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці.	2	4	8	14
2	Поняття фізичної величини.	2	4	8	14
3	Похибки вимірів і їх класифікація.	2	1	8	11
4	Властивості випадкових похибок.	2	1	8	11
5	Моделі розподілу випадкових похибок вимірів.	2	2	8	12
6	Моделі розподілу систематичних похибок вимірів.	2	2	10	14
7	Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівно точних вимірів однієї величини.	3	1	10	14
8	Оцінка точності функцій безпосередньо вимірних величин	4	4	10	18
9	Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини	6	6	10	22
10	Нерівноточні виміри	6	6	10	22
11	Подвійні виміри	2	2	10	14
12	Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки	2	2	10	14
13	Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики...	2	2	10	14
14	Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов	8	8	10	26
15	Корелатний спосіб зрівнювання	6	6	10	22
	Всього за курсом	51	51	138	240

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. План лекційних занять

№	Тема заняття/план
1	Тема 1 Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці. (2 год) Загальна характеристика математичних методів обробки геодезичних вимірів.
2	Тема 2 Поняття фізичної величини. (2 год) 1. Фізичні величини 2. Вимірювання і їх класифікація
3	Тема 3 Похибки вимірів і їх класифікація(2 год) 1. Похибка за формою представлення 2. Похибка за походженням 3. Похибка за характером прояву
4	Тема 4 Властивості випадкових похибок. (2 год) 1. Властивість обмеженості 2. Властивість компенсації 3. Властивість незалежності 4. Властивість розсіювання
5	Тема 5 Моделі розподілу випадкових похибок вимірів. (2 год) Аналіз процесу формування випадкових похибок
6	Тема 6 Моделі розподілу систематичних похибок вимірів. (2 год) Характеристики систематичних похибок
7	Тема 7 Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівноточних вимірів однієї величини. (2 год) Визначення точності результатів оцінювання вимірів
8	Тема 7 Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівноточних вимірів однієї величини. (1 год) Середньоквадратична похибка
9	Тема 8 Оцінка точності функцій безпосередньо вимірюваних величин (2 год) Основна теорема теорії похибок і її застосування для розрахунку гранично допустимих нев'язок.
10	Тема 8 Оцінка точності функцій безпосередньо вимірюваних величин. (2 год) Апостеріорна оцінка точності функцій вимірюваних величин.
11	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) 1) Проста арифметична середина і її властивості.
12	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини.(2 год) Формула емпіричної середньоквадратичної похибки.

13	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
14	Тема 10: Нерівноточні виміри (2 год) 1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівноточних вимірів. 2. Вага функцій результатів вимірів.
15	Тема 10: Нерівноточні виміри (2 год) Загальна арифметична середина і її властивості.
16	Тема 10: Нерівноточні виміри (2 год) 1. Формула емпіричної середньої квадратичної похибки одиниці ваги 2. Послідовність математичної обробки ряду нерівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
17	Тема 11: Подвійні виміри (2 год) 1. Загальні положення 2. Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів 3. Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів.
18	Тема 12: 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.
19	Тема 13: 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.
20	Тема 14: 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.
21	Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год) Оцінка точності зрівняних значень невідомих геодезичних вимірів
22	Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год) 1. Обчислення емпіричної середньої квадратичної похибки за поправками, одержаними із зрівнювання.

	2.Середняквдратичнапохибкавиміряних величинпіслязрівнювання 3.Зрівнювання і оцінка точності при нерівноточнихвимірах
23	Тема 14:Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год) Приклади складання рівнянь поправок для різних видів геодезичних вимірів і мереж
24	Тема 15: Корелатний спосіб зрівнювання(2 год) 1.Постановка задачі. Умовнірівняння 2.Знаходженняумовногомінімуму методом найменшихквадратів. Нормальнірівняннякорелат і їхрозв'язання
25	Тема 15: Корелатний спосіб зрівнювання(2 год) 1.Оцінка точностіфункційзрівняних величин 2.Обчисленнясередніхквадратичнихпохибокемпіричних і зрівняних величин поправок 3.Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів
26	Тема 15: Корелатний спосіб зрівнювання (2 год) Застосування метода триангуляції для зрівнювання виміряних величин, пов'язаних умовами

2.2. План практичних (групових) занять

№	Тема заняття/план
1	Тема 1Тема: Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці. Геометричні побудови і їх інтерпретація на мові символів
2	Тема 1 Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці. Декортові системи координат.
3	Тема 2 Поняття фізичної величини. Визначення найвірогідніших значень при вимірі відстані.
4	Тема 2 Поняття фізичної величини. Вимірювання і їх класифікація
5	Тема 5 Моделі розподілу випадкових похибок вимірів. Аналіз процесу формування випадкових похибок на прикладі вимірювання перевищення при геометричному нівелюванні.
6	Тема 6 Моделі розподілу систематичних похибок вимірів. Систематичні похибки, геодезичних вимірів.
7	Тема 7 Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівно точних вимірів однієї величини. Використання середньоквадратичної похибки в геодезії.
8	Тема 7 Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівно точних вимірів однієї величини. Використання середньоквадратичної похибки, в геодезії.

9	Тема 8 Оцінка точності функцій безпосередньо виміряних величин (2 год) Графічна інтерпретація величин вимірів і їх похибок.
10	Тема 8 Оцінка точності функцій безпосередньо виміряних величин (2 год) Обчислення середньої квадратичної похибки.
11	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. Розгляд властивостей простої арифметичної середини
12	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) Формула емпіричної середньоквадратичної похибки.
13	Тема 9 Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год) Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
14	Тема 10: Нерівноточні виміри (2 год) 1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівноточних вимірів. 2. Вага функцій результатів вимірів.
15	Тема 10: Нерівноточні виміри Загальна арифметична середина і її властивості.
16	Тема 10: Нерівноточні виміри (2 год) 1. Формула емпіричної середньої квадратичної похибки одиниці ваги 2. Послідовність математичної обробки ряду нерівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
17	Тема 11: Подвійні виміри (2 год) 1. Загальні положення 2. Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів 3. Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів.
18	Тема 12: 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.
19	Тема 13: 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.
20	Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год)

	<p>1. Постановка задачі. Рівняння поправок</p> <p>2. Мінімум [y^2]. Нормальні рівняння</p> <p>3. Матричне представлення параметричного методу зрівнювання. Розв'язання нормальних рівнянь.</p>
21	<p>Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год)</p> <p>Оцінка точності зрівняних значень невідомих геодезичних вимірів</p>
22	<p>Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год)</p> <p>1. Обчислення емпіричної середньої квадратичної похибки за поправками, одержаними із зрівнювання.</p> <p>2. Середня квадратична похибка вимірних величин після зрівнювання</p> <p>3. Зрівнювання і оцінка точності при нерівноточних вимірах</p>
23	<p>Тема 14: Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год)</p> <p>Приклади складання рівнянь поправок для різних видів геодезичних вимірів і мереж</p>
24	<p>Тема 15: 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>
25	<p>Тема 15: Корелатний спосіб зрівнювання (2 год)</p> <p>1. Оцінка точності функцій зрівняних величин</p> <p>2. Обчислення середніх квадратичних похибок емпіричних і зрівняних величин поправок</p> <p>3. Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів</p>
26	<p>Тема 15: Корелатний спосіб зрівнювання (2 год)</p> <p>Застосування метода триангуляції для зрівнювання вимірних величин, пов'язаних умовами</p>

2.3. Завдання для самостійної роботи

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. Закон 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 функцій вимірних величин (принцип рівного впливу та введення коефіцієнтів впливу точності окремих вимірювань).
13. Вага функції незалежних 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 (простий 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 рівноважених значень вимірних величин та параметрів способом Енке.

Тема аналітичних робіт

1. Випадкові події та їх види.
2. Частота та ймовірність подій.
3. Додавання подій.
4. Незалежні і залежні події.
5. Добуток подій.
6. Теорема додавання ймовірностей сумісних подій.
7. Формула повної ймовірності
8. Теорема гіпотез.
9. Повторні випробування.
10. Найбільш ймовірне число появи подій при повторних
11. Випадкові величини.
12. Закон розподілу ймовірностей випадкових величин.
13. Числові характеристики випадкових величин
14. Поняття «помилка»
15. Класифікація помилок та їх властивості.
16. Оцінка точності результатів вимірів.
17. Середні квадратичні помилки функцій виміряних величин.
18. Обчислення арифметичної середини.
19. Середня квадратична помилка арифметичної середини.
20. Ухили від арифметичного середнього.
21. Обробка рядів рівноточних вимірювань. Двійні рівноточні вимірювання.
22. Поняття і визначення ваги. Загальна арифметична середина.
23. Середня квадратична помилка одиниці ваги та загальної арифметичної середини. Обробка рядів нерівноточних вимірювань.
24. Ваги функцій виміряних величин.
25. Метод найменших квадратів.
26. Класифікація основних способів врівноваження.
27. Основні геометричні умови, які виникають в побудовах.
28. Спосіб послідовної підстановки.
29. Спосіб матричних перетворень.
30. Рішення систем лінійних рівнянь по алгоритму Гаусса
31. Спосіб краковянів.
32. Врівноваження поправок для виміряного дирекційного кута.
33. Врівноваження поправок для виміряного напрямку.
34. Врівноваження поправок для кута. Врівноваження поправок для виміряної відстані.
35. Загальна теорія корелатного методу врівноваження.
36. Умовні та нормальні рівняння корелат.
37. Параметричний спосіб врівноваження
38. Спосіб Бесселя
39. Коре латний спосіб із додатковими невідомими
40. Спосіб полігонів В.В. Попова

41. Лінійна функція, квадратична, поліноміальна, періодична функція.
42. Оцінка точності параметрів апроксимації.
43. Врівноваження кутів в полігоні
44. Врівноваження напрямлень в триангуляції
45. Врівноваження кутів в полігоні
46. Врівноваження триангуляції по умові координат

2.4. **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.

2.5. **Забезпечення освітнього процесу**

Матеріально-технічне забезпечення:

Проекційне мультимедійне обладнання (проектор, екран, ноутбук/комп'ютер);
Комп'ютерний клас;
Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi;
OS: Windows, Android, iOS;
Browsers: Chrome / Opera / Mozilla Firefox / MS Edge;
Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Skype, Zoom, Google Meet, AutoCAD, ArcGis, Digitals, Geodetic Information System 6;
Система електронного навчання Moodle 3.9.

Забезпечення освітнього процесу здійснюється із застосуванням Moodle 3.9, в рамках якої для студентів розміщено в мережу лекції, перелік екзаменаційних питань, питання до контрольних робіт, ККР з дисципліни, тести, ситуаційні завдання).

3. Підсумковий контроль

Форми і методи підсумкового контролю

Перелік питань підсумкового контролю (екзамен).

Формою підсумкового контролю є екзамен. Екзамен — 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 систем нормальних рівнянь
2. Апроксимація функцій.
3. Асиметрія і ексцес результатів вимірювань і їх похибок
4. Вага функції вимірних 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 вимірної 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 систем нормальних рівнянь за сумою квадратів поправок $[p^2]$.
27. Контроль рішення систем нормальних рівнянь зрівняних значень при параметричному способі зрівнювання.
28. Контроль рішення систем нормальних рівнянь по допоміжним невідомим.
29. Кореляційна залежність між випадковими величинами

30. Критерії точності вимірювань.
31. Метод 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 рівняннями 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 кореляційну 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. Проміжний контроль 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-не будь комплексну умов у результаті проведення випробування.

б) це явище, що виникає при реалізації якого-не будь комплексну 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 комплексну умов без проведення випробування.

в) це явище, що виникає при реалізації якого-не будь комплексну умов у результаті проведення випробування.

5. Події умовно поділяються на?

6. Достовірні (Вірогідні) події

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 достовірні події - 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. Неможливі події –

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) багатомірні випадкові величини;

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
$$\varphi(x, y) = \frac{\partial^2 F(x, y)}{\partial x \partial y} = F''(x, y) \quad ?$$

16. Що визначають за цією формулою
$$F(x, y) = \int_{-\infty}^x \int_{-\infty}^y \varphi(x, y) dx dy \quad ?$$

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 бакалаврат

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Напрям підготовки: 193 «Геодезія та землеустрій»

Семестр 4

Навчальна дисципліна **Математична обробка геодезичних вимірів**

ЗАЛІКОВИЙ БІЛЕТ № «0»

1. Вага функцій 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)

В.В. Горлачук
(прізвище та ініціали)

А.Ю. Мась
(прізвище та ініціали)

Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Презентація	5
2	Тези доповіді	5
3	Питання для обговорення	5
4	Розв'язання розрахункових задач	5
5	Індивідуальна робота в аудиторії	40
6	Екзамен	40
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 вимірних 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 типові завдання	Тестування	Аналіз запропонованих аналітичних ситуацій	Сума
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7						
4	4	4	4	4	4	4	10	10	10	20	22	100

IV семестр

Поточний контроль								Презентація	Тези доповіді	Вміння розв’язувати типові завдання	Питання для обговорення	Індивідуальна робота в аудиторії	Екзамен	Разом
T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15							
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	40	40	100

Рекомендовані джерела інформації

1. Ассур В.Л., Кутузов М.Н., Муравин М.М. Высшая геодезия, - М.: Недра, 1979.
2. Белугин Д.А. Теория обработки результатов геодезических и астрономических измерений. - М.: Недра, 1984.
3. Большаков В.Д. Теория ошибок наблюдений. - М.: Недра, 1983.
4. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. - М.: Недра, 1977.
5. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Уравнивание геодезических построений. - М.: Недра, 1989.
6. Большаков В.Д., Маркузе Ю.М. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений. - М.: Недра, 1984.
7. Боровий В.О., Літнарівич Р.М., Мардієва Л.П. Особливості зрівноваження лінійно-кутової мережі з недостатньою кількістю вимірів. Інженерна геодезія. Випуск 45, - К.: КНУБА, 2001.
8. Бурмистров Г.А. Задачник по способу наименьших квадратов. - М.: Геодезиздат, 1960.
9. Бурмистров Г.А. Основы способа наименьших квадратов. - Госгеолтехиздат, 1963.
10. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. Недра. - М.: 1997.
11. Видуев Н.Г., Григоренко А.Г. Математическая обработка геодезических измерений. - К.: Вишашк., 1978. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. - К.: КНУБА, 2005.
12. Высшая геодезия / В.Г. Зданович, А.Н. Белоликов и др. - М.: Недра, 1970.
13. Гайдаев П.А. Уравнивание триангуляции. - М.: Геодезиздат, 1960.
14. Гайдаев П.А. Уравнивание геодезической сети 3 и 4 классов. - М.: Недра, 1965.
15. Гордеев А.В., Шурупич С. Г. Уравновешивание геодезических сетей. - М.: Геодезиздат, 1961.
16. Гурский Е.И. Теория вероятностей с элементами математической статистики. - М.: Высш. шк., 1971.
17. Дурнев А.И. Высшая геодезия. Основные геодезические работы. Построение, оценка точности и уравнивание опорных геодезических сетей. - М.: Недра, 1967.
18. Журкин И.Г., Нейман Ю.М. Методы вычислений в геодезии Учеб. пособие для геодез. спец. - М.: Недра, 1988.
19. Зазуляк П. М., Гавриш В.І., Євсєєва Є. М., Йосипчук М. Д. Основні математичного опрацювання геодезичних вимірювань. - Львів: 2007.
20. Кемниц Ю.В. Теория ошибок измерений. - М.: Недра, 1967.
21. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» / Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Бодак Є.В. - К.: Видавничий центр НУБіПУ України, 2010.
22. Лазарев Г.Е., Самошкин Е.М. Основы высшей геодезии. - М.: Недра, 1980.

23. Літинський В. Геодезичний енциклопедичний словник - Львів: Євросвіт, 2001.
24. Літнарівч Р.М. Геодезія. Плановідержавні геодезичні мережі. Конспект лекцій. - Чернігів: ЧДІЕіУ 2002.
25. Літнарівч Р.М. Дослідження точності геодезичних робіт для забезпечення облікової одиниці площі при інвентаризації земель. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень" Частина I, - Рівне.: УДАВГ, 1998.
26. Літнарівч Р.М. Проект і дослідження триангуляції міста Рівне для забезпечення облікової одиниці площі. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень", частина II, - Рівне: РДТУ, 1999.
27. Літнарівч Р.М. Проект і дослідження геодезичної основи міста Рівне методом несучільних спостережень триангуляції. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень". - Рівне: РДТУ, 1998.
28. Літнарівч Р.М. Проектування і дослідження трилатерації міста Рівне методом статистичних випробувань Монте Карло. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень", Частина IV, - Рівне: РДТУ, 1998.
29. Літнарівч Р.М. Проект і дослідження точності методом статистичних випробувань Монте Карло геодезичної основи міста Рівне, створеної лінійно-кутовим методом несучільних спостережень. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень", Частина V, - Рівне: 1999.
30. Літнарівч Р.М. Проект і дослідження геодезичної основи міста Рівне методом парних ланок засічок". Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень", Частина VI, - Рівне: РДТУ, 1998.
31. Літнарівч Р.М. Теорія ряду парних ланок засічок, який прокладається між пунктами, визначеними по системі GPS. Інженерна геодезія. Випуск 45. - К.: КНУБА, 2001.
32. Літнарівч Р.М., Кравцов М.І., Яроцький П.П. Порівняльний аналіз точності елементів суцільних і несучільних спостережень триангуляції. Інженерна геодезія. - К.: КНУБА, 2002.
33. Літнарівч Р.М. Теоретичне обґрунтування точності геодезичних робіт при інвентаризації земель. Інженерна геодезія. Випуск 43, - К.: КНУБА, 2000.
34. Лобачев В.М. Радиоэлектронная геодезия. - М.: Недра, 1980
35. Мазмишвили А.И. Способ наименьших квадратов. - М.: Недра, 1968.
36. Машимов М.М. Уравнивание геодезических сетей. - М.: Недра, 1979.
37. Методичні рекомендації з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» щодо вивчення дисципліни студентами факультету землевпорядкування (напрямок підготовки 6.080101 - "Геодезія, картографія та землеустрій") / Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Кривов'яз Є.В. - К.: Видавничий центр НУБіПУ України, 2009.
38. Метешкін К.О., Шаульський Д.В. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. Посібник - Х.: ХНАМГ, 2012.
39. Морозов В.П. Курс сфероидической геодезии. - М.: Недра, 1979.
40. Папазов М.Г., Могильный С.Г. Теория ошибок и способ наименьших

- квадратов. - М.: Недра, 1968.
41. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия . - М.: Недра, 1978.
 42. Полевой В.А. Математическая обработка результатов радиогеодезических измерений . - М.: Недра, 1971.
 43. Маркузе Ю.И. Основы уравнильных вычислений. - М.: Недра, 1990.
 44. Практикум по высшей геодезии (вычислительные работы) / Под ред. Н.В.Яковлева. - М.: Недра, 1983.
 45. Справочник геодезиста (в двух книгах), - М.: Недра, 1975.
 46. Селиханович В.Г. , Козлов В.П. , Логинова В.П. Практикум по геодезии. - М.: Недра, 1978.
 47. Селиханович В.Г., Логинова Г.П. Задачник по геодезии. - М.: Недра, 1970.
 48. Смолич Б.А. Уравнильные вычисления. - М.: Недра, 1989.
 49. Справочник геодезиста 2-е. изд. / Под ред. В.Д.Большакова и Г.П.Левчука. Изд. - М.: Недра, 1975.
 50. Чеботарев А.С. Геодезия . ч.І. - М.: Геодезиздат , 1955.
 51. Чеботарев А.С. ,Селиханович В.Г., Соколов М.Н. Геодезия , ч.ІІ. - М.: Геодезиздат , 1962.
 52. Чеботарев А.С. Способ наименьших квадратов с основами теории вероятностей. - М.: Геодезиздат, 1958.
 53. Успенский М.С. Рекогностировка пунктов триангуляции . Труды ЦНИИГАиК, вып. 77. - М.: Геодезиздат , 1951.
 54. Филоненко А.С. ,Щипицин Н.Г. Практикум по высшей геодезии . - М.: Недра, 1955.
 55. Шишкин В.Н. Рекогностировка пунктов триангуляции . - М.: Геодезиздат 1959.