

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
Факультет економічних наук  
Кафедра управління земельними ресурсами

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Перший проректор  
Іщенко Н.М.

“07 Вересня” 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ**

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Розробник

Хомченко А.Н.

Стерлев Д.В.

В.о. завідувача кафедри розробника

Смирнова С.М.

В.о. завідувача кафедри спеціальності

Смирнова С.М.

Гарант освітньої програми

Смирнова С.М.

В.о. декана факультету

Белінська С.М.

Начальник НМВ

Шкірчак С.І.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Математична обробка геодезичних вимірів	
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) рівень	
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2021-2022	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	3	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4 кредитів / 120 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	- 30 год. - практичні заняття – 30 год. - години самостійної роботи – 60 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	50 %	
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.

**Очікувані результати навчання:** вміння проводити розрахунок та урівнювання теодолітних ходів; вміння проводити оцінки точності статистичної виборки геодезичних даних; вміння вирішувати задачі у сфері геодезії та землеустрою.

### **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 методика 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.

## **Компетентності та програмні результати навчання**

### **Загальні компетентності:**

**ЗК 02** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

### **Спеціальні (фахові) компетентності:**

**СК 02** Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

**СК 04** Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

**СК 05** Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

**СК 06** Здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою.

### **Програмні результати навчання:**

**РН 5** Застосовувати концептуальні знання суспільних, природничих, фізико-математичних і соціально-економічних наук з урахуванням вимог професійної та цивільної безпеки, охорони праці при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

**РН 9** Збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою.

### 3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

№	Теми	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Загальний обсяг
1	Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці.	2	2	4	8
2	Поняття фізичної величини.	2	2	4	8
3	Похибки вимірів і їх класифікація.	2	2	4	8
4	Властивості випадкових похибок.	2	2	4	8
5	Моделі розподілу випадкових похибок вимірів.	2	2	4	8
6	Моделі розподілу систематичних похибок вимірів.	2	2	4	8
7	Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівно точних вимірів однієї величини.	2	2	4	8
8	Оцінка точності функцій безпосередньо виміряних величин	2	2	4	8
9	Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини	2	2	4	8
10	Нерівноточні виміри	2	2	4	8
11	Подвійні виміри	2	2	4	8
12	Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки	2	2	4	8
13	Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики. . .	2	2	4	8
14	Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов	2	2	4	8
15	Корелатний спосіб зрівнювання	2	2	4	8
Всього за курсом		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### 4.1. План лекційних занять

№	Тема заняття/план
1	<b>Тема 1. Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці. (2 год)</b> 1. Загальна характеристика математичних методів обробки геодезичних вимірів.
2	<b>Тема 2. Поняття фізичної величини. (2 год)</b> 1. Фізичні величини 2. Вимірювання і їх класифікація
3	<b>Тема 3. Похибки вимірів і їх класифікація. (2 год)</b> 1. Похибки за формою представлення 2. Похибки за походженням 3. Похибки за характером прояву
4	<b>Тема 4. Властивості випадкових похибок. (2 год)</b> 1. Властивість обмеженості 2. Властивість компенсації 3. Властивість незалежності 4. Властивість розсіювання
5	<b>Тема 5. Моделі розподілу випадкових похибок вимірів. (2 год)</b> 1. Аналіз процесу формування випадкових похибок
6	<b>Тема 6. Моделі розподілу систематичних похибок вимірів. (2 год)</b> 1. Характеристики систематичних похибок
7	<b>Тема 7. Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівноточних вимірів однієї величини. (2 год)</b> 1. Визначення точності результатів оцінювання вимірів 2. Середньоквадратична похибка
8	<b>Тема 8. Оцінка точності функцій безпосередньо вимірюваних величин (2 год)</b> 1. Основна теорема теорії похибок і її застосування для розрахунку гранично припустимих нев'язок. 2. Апостеріорна оцінка точності функцій вимірюваних величин.
9	<b>Тема 9. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини. (2 год)</b> 1. Проста арифметична середина і її властивості. 2. Формула емпіричної середньоквадратичної похибки. 3. Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
10	<b>Тема 10. Нерівноточні виміри (2 год)</b> 1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівно- точних вимірів. 2. Вага функцій результатів вимірів. 3. Загальна арифметична середина і її властивості. 4. Формула емпіричної середньої квадратичної похибки одиниці ваги 5. Послідовність математичної обробки ряду нерівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.
11	<b>Тема 11. Подвійні виміри (2 год)</b> 1. Загальні положення 2. Оцінка точності за різницями подвійних рівноточних вимірів 3. Оцінювання точності за різницями подвійних нерівноточних вимірів.
12	<b>Тема 12. Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки (2 год)</b>

	<p>1. Види залежностей</p> <p>2. Кількісні характеристики лінійної стохастичної залежності</p> <p>3. Залежні випадкові похибки в геодезії.</p>
13	<p><b>Тема 13. Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики (2 год)</b></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>
14	<p><b>Тема 14. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов (2 год)</b></p> <p>1. Постановка задачі. Рівняння поправок</p> <p>2. Мінімум <math>[v^2]</math>. 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>
15	<p><b>Тема 15. Корелатний спосіб зрівнювання (2 год)</b></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> <p>6. Застосування метода триангуляції для зрівнювання виміряних величин, пов'язаних умовами.</p>

#### 4.2. План практичних (групових) занять

№	Тема заняття/план
1	<p><b>Тема 1. Тема: Витоки математичного оцінювання геодезичних вимірів. Видатні науковці. (2 год)</b></p> <p>1. Геометричні побудови і їх інтерпретація на мові символів</p> <p>2. Декортові системи координат.</p>
2	<p><b>Тема 2. Поняття фізичної величини. (2 год)</b></p> <p>1. Визначення найвірогідніших значень при вимірі відстані.</p>
3	<p><b>Тема 3. Похибки вимірів і їх класифікація. (2 год)</b></p> <p>1. Вимірювання і їх класифікація.</p>
4	<p><b>Тема 4. Властивості випадкових похибок. (2 год)</b></p>
5	<p><b>Тема 5. Моделі розподілу випадкових похибок вимірів. (2 год)</b></p> <p>1. Аналіз процесу формування випадкових похибок на прикладі вимірювання перевищення при геометричному нівелюванні.</p>
6	<p><b>Тема 6. Моделі розподілу систематичних похибок вимірів. (2 год)</b></p> <p>1. Систематичні похибки, геодезичних вимірів.</p>

7	<p><b>Тема 7. Кількісні критерії оцінювання точності ряду рівно точних вимірів однієї величини. (1 год)</b></p> <p>1. Використання середньоквадратичної похибки, в геодезії.</p>
8	<p><b>Тема 8. Оцінка точності функцій безпосередньо виміряних величин (2 год)</b></p> <p>1. Графічна інтерпретація величин вимірів і їх похибок.</p> <p>2. Обчислення середньої квадратичної похибки.</p>
9	<p><b>Тема 9. Математична обробка ряду рівноточних результатів вимірів однієї і тієї ж величини.</b></p> <p>1. Розгляд властивостей простої арифметичної середини.</p> <p>2. Формула емпіричної середньоквадратичної похибки.</p> <p>3. Послідовність математичної обробки ряду рівноточних вимірів однієї і тієї ж величини.</p>
10	<p><b>Тема 10. Нерівноточні виміри (2 год)</b></p> <p>1. Вага як спеціальна міра відносної точності результатів нерівно- точних вимірів.</p> <p>2. Вага функцій результатів вимірів.</p> <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>
11	<p><b>Тема 11. Подвійні виміри(2 год)</b></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>
12	<p><b>Тема 12. Короткі відомості про залежні випадкові величини і залежні похибки(2 год)</b></p> <p>1. Види залежностей</p> <p>2. Кількісні характеристики лінійної стохастичної залежності</p> <p>3. Залежні випадкові похибки в геодезії.</p>
13	<p><b>Тема 13. Зрівнювання результатів геодезичних вимірів методами математичної статистики(2 год)</b></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>
14	<p><b>Тема 14. Параметричний спосіб зрівнювання геодезичних побудов(2 год)</b></p> <p>1. Постановка задачі. Рівняння поправок</p> <p>2. Мінімум <math>[v^2]</math>. 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>
15	<p><b>Тема 15. Корелатний спосіб зрівнювання(2 год)</b></p> <p>1. Постановка задачі. Умовні рівняння</p> <p>2. Знаходження умовного мінімуму методом найменших квадратів. Нормальні рівняння корелат і їх розв'язання.</p>



	3. Оцінка точності функцій зрівняних величин. 4. Обчислення середніх квадратичних похибок емпіричних і зрівняних величин поправок. 5. Зрівнювання і оцінка точності нерівноточних вимірів. 6. Застосування метода триангуляції для зрівнювання виміряних величин, пов'язаних умовами
--	---

### 4.3. Завдання для самостійної роботи

#### 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. 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

### 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  $y_1=0,8+ 0,01N$ ;  $y_2=2,1 + 0,01N$ ;  $y_3=2,7-0,01N$ ;  $y_4=4,2-0,01N$ , де  $N$  - номер варіанту.

### 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.

#### 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

### **4.4. Форми і методи навчання та викладення дисципліни**

Основними **формами навчання** є **лекційні** та **групові** заняття, які передбачають оволодіння системою теоретичних знань та практичних професійних умінь та навичок з навчальної дисципліни.

Основними **методами навчання** є:

- **пояснювально-інформаційний**, 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, що передбачає розв'язання вправ, ситуативних завдань;
- **дослідницький** метод, який передбачає аналіз матеріалу, постановки проблем і завдань під час виконання студентом аналітичної роботи;
- **дискусійний** метод, що передбачає такі елементи дискусії, як суперечки, зіткнення позицій, навмисного загострення протиріч під час обговорення дискусійних питань;
- **тестування** – є засобом контролю та діагностики знань студентів, призначений для самоконтролю та перевірки знань, що передбачає вибір однієї або кількох правильних відповідей;
- **метод комп'ютерного навчання**, який передбачає спосіб виконання завдань засобами програмного забезпечення Geodetic Information System 6

### **4.5. Матеріально-технічне та методичне забезпечення освітнього процесу**

#### **Методичне забезпечення**

1. Опорний конспект лекцій з курсу
3. Питання для обговорення, пакет тестових завдань та типові задачі для розв'язування
4. Теми рефератів та доповідей для самостійної підготовки
5. Білети до екзамену
6. Рекомендована базова і додаткова література з курсу

## 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,  
Geodetic Information System 6  
Система електронного навчання Moodle 3.9

## 5. Поточний та підсумковий контроль

### Тестовий контроль 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. 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. Ексцесом 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 
$$\varphi(x, y) = \frac{\partial^2 F(x, y)}{\partial x \partial y} = F''(x, y) \quad ?$$

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.

### Питання до екзамену

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 вимірюваної 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  $[p_u^2]$ .
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 вимірюваних 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.

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

**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Рівень вищої освіти: перший (**бакалаврський**)

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Семестр: 3

Навчальна дисципліна **Математична обробка геодезичних вимірів**

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № «0»**

1. Вага функції виміряних 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 УЗР

Протокол № \_\_\_\_\_ від „\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Завідувач кафедри, голова циклової комісії \_\_\_\_\_  
(підпис)

Екзаменатор \_\_\_\_\_  
(підпис)

**С.М.Смирнова**  
(прізвище та ініціали)

**А.Ю. Мась**  
(прізвище та ініціали)



## 6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

Розподіл балів, які отримують студенти

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Аналітична робота	4
2	Презентація	4
3	Типові задачі для розв'язування	4
4	Індивідуальна робота в аудиторії (питання для обговорення, тестування)	48
5	Екзамен	40
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

Поточний контроль							Презентація	Типові задачі для розв'язування	Аналітична робота	Екзамен	Сума
Т 1, Т2	Т 3, Т4	Т 5, Т6	Т 7, Т8	Т 9, Т10	Т 11, 12	Т 13, 14, Т 15					
6	6	6	6	6	6	12	4	4	4	40	100

### Критерії оцінювання знань під час екзамену

Оцінювання знань студента під час екзамену здійснюється за 40-бальною шкалою, прийнятою ЧНУ ім. Петра Могили.

**35-40 балів** ставиться за умов, якщо студент дав ґрунтовні відповіді на всі питання, запропоновані у білеті. Відповідь свідчить, що студент вільно володіє всім матеріалом курсу, передбаченим робочою програмою, при тому, він має не розрізненні знання окремих тем курсу, а володіє ним комплексно. Студент уміє аргументувати свою відповідь, навести необхідні докази, приклади; аналізувати запропоновані історичні ситуації, посилаючись на джерела інформації. Студент розуміє значимість отриманих знань для майбутньої професійної діяльності, підтверджуючи це конкретними прикладами. Найвища оцінка ставиться також за вміння наводити протилежні підходи до оцінки тих чи інших історичних феноменів, співставлення різних наукових позицій, вміння вести полеміку з дослідниками. Під час відповіді студент має продемонструвати не репродуктивну, а творчу розумову діяльність.

**28-34 балів** ставиться за умов, якщо студент викладає відповідь на кожне питання білету логічно, розкриваючи основний зміст. Разом з тим, відповіді не вистачає ґрунтовності, всебічності, деякі важливі нюанси пропущені. При доборі та наведенні фактів та прикладів студент припускається незначних помилок. В той же час, студент не розуміє актуальності висвітлених питань. У висловлюванні власної думки зустрічаються певні неточності. Висновки не носять повного та логічного підсумку.

**21-27 балів** виставляється студенту в разі, якщо він не повністю розкрив питання білету або не відповів на одне з них, що свідчить про відсутність повного комплексного засвоєння матеріалу курсу (знає лише певні теми.. Відсутня ґрунтовність у розгляді питань, порушується логіка викладу питання. Студент не вмiє аналізувати матеріал, не розуміє актуальності проблеми для сьогодишнього дня. Аргументація відповіді слабка, вибіркова, мають місце суттєві помилки у використанні фактичного матеріалу. Висновки не відбивають суті питання або відсутні.

**До 20 балів** виставляється студенту в разі, коли кожне з питань розкрито поверхово, або не розкриті зовсім. В процесі висвітлення питань допущені значні помилки, студент не знає або плутає фактичний матеріал, не здатний аналізувати основні проблеми, не демонструє творчої розумової діяльності. Власна думка і висновки відсутні.

За екзамен виставляється «відмінно» (якщо у підсумку за поточний, проміжний та підсумковий контроль студент набирає 90-100 балів., «добре» (якщо у підсумку студент набирає 75-89 балів., «задовільно» (якщо у підсумку студент набирає 60-74 балів., «незадовільно» (якщо у підсумку студент набирає менше 60 балів.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи., практики)	ПМК, залік, атестація
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
67-74	<b>D</b>		
60-66	<b>E</b>	задовільно	не зараховано
35-59	<b>FX</b>	незадовільно	
1-34	<b>F</b>		

## 7. Рекомендовані джерела інформації

### *Основні:*

1. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие. Часть 1. Теория ошибок измерений / Е.А.Русяева. - М.: МИИГАиК, 2016. – 56 с.
2. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Е.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво „Растр-7”, 2017. – 408 с.
3. Рябчій В.А. Застосування теорії корелатного способу до вирівнювання геодезичних мереж : Навч. посібник / В.А. Рябчій, В.В. Рябчій. – Д. : Національний гірничий університет, 2019. – 218 с.
4. Барковський В.В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В.В. Барковський, Н.В. Барковська, О.К. Лопатін – К.: Центр навчальної літератури, 2015. – 424 с.
5. Тадєєв О.А. Математична обробка геодезичних вимірів : конспект лекцій для студентів напряму 0801 «Геодезія , картографія та землеустрій». – Рівне: Вид. НУВГП., 2015 – 146 с.
6. Теория математической обработки геодезических измерений. Ч. 1. Теория погрешностей измерений. Сост. Войславский Л.К.– Харьков: ХНАГХ, 2016 – 64 с.
7. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань / П.М. Зазуляк, В.І. Гаврик, Є.М. Євсєєва, М.Д. Йосипчук. – Львів: Растр, 2017. - 408 с.
8. Теория математической обработки геодезических измерений. Ч. 2. Способ наименьших квадратов. Сост. Войславский Л.К.– Харьков: ХНАГХ, 2017 – 75 с.

### *Додаткові:*

1. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. посібник / К. О. Метешкін, Д. В. Шаульський; Харк. нац. акад. міськ. госп- ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 176 с.
2. Індивідуальні завдання з вищої математики [Текст] : навч. посібник : рекомендовано МОН України / О. П. Назарова [та ін.] ; ТДАТУ. - Мелітополь : [б. и.], 2011 ММД. - 238 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» / Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Бодак Є.В. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2010. – 54с.
4. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. – К.: КНУБА, 2005. – 236 с.
5. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. – Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2003. – 216 с.
6. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2005. – 236 с.
7. Метешкін, К.О. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. посібник [Текст] / К.О. Метешкін, Д.В. Шаульський; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 177 с
8. Опря А.Т. Математична статистика. / А.Т. Опря – К.: Колос, 1994.–208 с. 8. Літинський В. Геодезичний енциклопедичний словник - Львів: Євросвіт, 2001.