


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Кафедра «Вища математика і фізика»

**ПОГОДЖЕНО**

Гарант ОПП «Геодезія  
та землеустрій»  
професор Даценко Л.М.  
« 01 » вересня 2023 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ВМФ  
доц.  Наталя ДЬОМІНА  
«04» вересня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА ОБРОБКА ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» за ОПП «Геодезія та землеустрій»  
(на основі повної загальної середньої освіти)  
факультет агротехнологій та екології

2023 –2024 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи та обробка геодезичних вимірів» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» за ОПП «Геодезія та землеустрій» (на основі повної загальної середньої освіти) факультет агротехнологій та екології. Запоріжжя, ТДАТУ. 11 с.

Розробник: Дьоміна Н.А. к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої математики і фізики

Протокол №1 від «30» серпня 2023 року

Завідувач кафедри вищої математики і фізики

доц.  Наталя ДЬОМІНА

«30» серпня 2023 р.

Схвалено методичною комісією факультету агротехнологій та екології зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» за ОПП «Геодезія та землеустрій» (на основі повної загальної середньої освіти)

Протокол № 2 від « 04 » вересня 2023 року

Голова ст. викладач  Ельнара АЮБОВА

« 04 » вересня 2023 року

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

|  |   |                                      |                        |
|--|---|--------------------------------------|------------------------|
| Найменування показників  | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти             | Характеристика навчальної дисципліни |                        |
|  |   | <b>денна форма навчання</b>          |                        |
| Кількість кредитів – <b>4</b>  | Галузь знань <b>19</b><br><b>«Архітектура та будівництво»</b> | <b>Обов'язкова</b>                   |                        |
| Загальна кількість годин – <b>120</b>  | Спеціальність:<br><b>193 «Геодезія та землеустрій»</b>        | Курс                                 | Семестр                |
| Змістових модулів – <b>2</b>   |   | <b>2-й</b>                           | <b>3-й</b>             |
| Тижневе навантаження:<br>- аудиторних занять <b>3 год.</b><br>- самостійна робота студента <b>6,4 год.</b> | Ступінь вищої освіти:<br><b>«Бакалавр»</b>                    | <b>Вид занять</b>                    | <b>Кількість годин</b> |
|  |   | Лекції                               | <b>10 год.</b>         |
|  |   | Лабораторні заняття                  | -                      |
|  |   | Практичні заняття                    | <b>20 год.</b>         |
|  |   | Семінарські заняття                  | -                      |
|  |   | Самостійна робота                    | <b>90 год.</b>         |
|  |   | Форма контролю:<br><b>Екзамен</b>    |                        |

## **2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Мета дисципліни** «Математичні методи та обробка геодезичних вимірів» (ММОГВ) – забезпечення здобувачів ступеня вищої освіти необхідними знаннями та навиками теорії ймовірностей, математичної статистики, методу найменших квадратів, теорії похибок для забезпечення належної обробки результатів геодезичних вимірювань з метою усунення похибок та визначення найімовірніших значень цих величин, їх оцінки точності.

**Завдання** вивчення дисципліни «Математичні методи та обробка геодезичних вимірів» полягають у формуванні спеціалістів, здатних:

- застосовувати основні методи математичної обробки результатів геодезичних вимірювань;
- аналізувати вплив умов виконання вимірювального процесу на одержані результати, виникнення похибок та методи їх виправлення й запобігання;
- технічно грамотно вибирати, обґрунтовувати і використовувати методи математичної обробки геодезичних вимірів із застосуванням технічних засобів обчислень.

### **Результати навчання (з урахуванням soft skills)**

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою

#### **Загальні компетентності**

ЗК01. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

#### **Фахові компетентності**

ФК02. Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

### **Програмні результати навчання:**

РН09. 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.

**Soft skills:**

- **комунікативні навички:** письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді;

- **уміння виступати привселюдно:** навички, необхідні для виступів на публіці; проводити презентації;

- **керування часом:** уміння справлятися із завданнями вчасно;

- **гнучкість і адаптивність:** гнучкість, адаптивність і здатність мінятися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем;

- **лідерські якості:** уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння встановлювати мету, планувати;

- **особисті якості:** креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до колег.

**Міждисциплінарні зв'язки з урахуванням структурно-логічної схеми ОПП «Геодезія та землеустрій».**

Перелік навчальних дисциплін, знання з яких потрібні для вивчення освітньої компоненти ММОГВ: «Вища математика», «Фізика», «Інформатика».

Перелік навчальних дисциплін, вивчення яких у подальшому базується на матеріалі освітньої компоненти вищої математики: «ГІС і бази даних», «Вища геодезія».

### **3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **Змістовий модуль 1: «Елементи теорії похибок вимірювань»**

##### **Тема 1. Основи теорії похибок вимірювань [1-8]**

Предмет і задачі теорії похибок вимірювань. Вимірювання та їх класифікація. Похибки вимірювань і поправки до їх результату. Класифікація похибок вимірювань. Критерії для оцінки точності результатів вимірювань. Розподіл ймовірностей випадкових похибок. Дослідження похибок на випадковість. Середні квадратичні похибки функцій незалежно виміряних величин. Приклади обчислення середніх квадратичних похибок функцій виміряних величин.

##### **Тема 2. Математична обробка результатів вимірів окремих величин та їх функцій [1-8]**

Середня квадратична похибка парних рівноточних вимірювань. Оцінка точності при наявності декількох джерел випадкових похибок. Оцінка точності при сумісній дії джерел випадкових і систематичних похибок. Опрацювання результатів рівноточних вимірювань. Приклади опрацювання рівноточних вимірювань. Ваги нерівноточних вимірювань. Середня квадратична похибка одиниці ваги. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги. Ваги функцій виміряних величин. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги з ряду парних нерівноточних вимірювань. Опрацювання результатів нерівноточних вимірювань. Приклади опрацювання нерівноточних вимірювань. Математична обробка подвійних рівноточних вимірювань однорідних величин. Математична обробка подвійних нерівноточних вимірювань однорідних величин.

#### **Змістовий модуль 2. «Метод найменших квадратів та зрівноважування вимірів у геодезичних мережах»**

##### **Тема 3. Параметричний метод вирівнювання геодезичних побудов [1-8]**

Загальні поняття методу найменших квадратів. Загальна теорія параметричного способу. Вирівнювання нерівноточних вимірювань параметричним способом. Типові види параметричних рівнянь зв'язку і правок. Оцінка точності в параметричному способі вирівнювання. Алгоритми обчислень при порівнянні параметричних способом. Контролі обчислень в параметричному способі.

##### **Тема 4. Корелатний метод вирівнювання геодезичних побудов [1-8].**

Загальна теорія корелатного способу. Види умовних рівнянь зв'язку. Оцінка точності в корелатному способі вирівнювання. Проектування геодезичних побудов.

#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Номер тижня   | Вид заняття         | Тема заняття або завдання на самостійну роботу  | Кількість |     |    |     | балів |
|---|---------------------|---|-----------|-----|----|-----|-------|
|   |                     |   | годин     |     |    |     |       |
|   |                     |   | лк        | лаб | пр | СРС |       |
| <b>Змістовий модуль 1. «Елементи теорії похибок вимірювань»</b> |                     |   |           |     |    |     |       |
| 1   | Лекція 1            | Основні положення теорії похибок вимірів.   | 2         | -   | -  | -   | -     |
|   | Практичне заняття 1 | Обчислення похибок результатів вимірювань.  | -         | -   | 2  | -   | 3     |
|   | Самостійна робота   | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -         | -   | -  | 8   | 2     |
| 2   | Практичне заняття 2 | Обчислення похибок функцій вимірних величин.  | -         | -   | 2  | -   | 3     |
|   | Самостійна робота   | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -         | -   | -  | 8   | 2     |
| 3   | Лекція 2            | Математична обробка рівноточних вимірів величини.   | 2         | -   | -  | -   | -     |
|   | Практичне заняття 3 | Математичне опрацювання ряду рівноточних вимірів однієї величини.   | -         | -   | 2  | -   | 3     |
|   | Самостійна робота   | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -         | -   | -  | 8   | 2     |
| 4   | Практичне заняття 4 | Математичне опрацювання подвійних рівноточних вимірів однорідних величин.                                   | -         | -   | 2  | -   | 3     |
|   | Самостійна робота   | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -         | -   | -  | 8   | 2     |
| 5   | Лекція 3            | Математична обробка нерівноточних вимірів величини.   | 2         | -   | -  | -   | -     |
|   | Практичне заняття 5 | Математичне опрацювання ряду нерівноточних вимірів однієї величини та подвійних вимірів однорідних величин. | -         | -   | 2  | -   | 3     |
|   | Самостійна робота   | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -         | -   | -  | 8   | 2     |
| 6,7   | Самостійна робота   | Підготовка до ПМК 1   | -         | -   | -  | 4   | -     |

|  |                      |   |          |          |           |           |            |
|--|----------------------|---|----------|----------|-----------|-----------|------------|
|  | ПМК 1                | Підсумковий контроль за змістовий модуль 1  | -        | -        | -         | -         | 10         |
| <b>Всього за змістовий модуль 1 - 60 год.</b>  |                      |   | <b>6</b> | <b>-</b> | <b>10</b> | <b>44</b> | <b>35</b>  |
| <b>Змістовий модуль 2 «Метод найменших квадратів та зрівноважування вимірів у геодезичних мережах»</b> |                      |   |          |          |           |           |            |
| <b>8</b>   | Практичне заняття 6  | Принцип найменших квадратів   | -        | -        | 2         | -         | 3          |
|  | Самостійна робота    | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -        | -        | -         | 8         | 2          |
| <b>9</b>   | Лекція 4             | Принцип найменших квадратів та завдання зрівноважування вимірів у геодезичних мережах | 2        | -        | -         | -         | -          |
|  | Практичне заняття 7  | Вирівнювання вимірювань параметричних способом  | -        | -        | 2         | -         | 3          |
|  | Самостійна робота    | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -        | -        | -         | 8         | 2          |
| <b>10</b>  | Практичне заняття 8  | Вирівнювання вимірювань корелатним способом   | -        | -        | 2         | -         | 3          |
|  | Самостійна робота    | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -        | -        | -         | 8         | 2          |
| <b>11</b>  | Лекція 5             | Проектування геодезичних побудов  | 2        | -        | -         | -         | -          |
|  | Практичне заняття 9  | Проектування геодезичних побудов  | -        | -        | 2         | -         | 3          |
|  | Самостійна робота    | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -        | -        | -         | 8         | 2          |
| <b>12</b>  | Практичне заняття 10 | Проектування геодезичних побудов  | -        | -        | 2         | -         | 3          |
|  | Самостійна робота    | Робота на Освітньому порталі за темами тижня  | -        | -        | -         | 8         | 2          |
| <b>13,14</b>   | Самостійна робота    | Підготовка до ПМК 1   | -        | -        | -         | 6         | -          |
|  | ПМК 2                | Підсумковий контроль за змістовий модуль 2  | -        | -        | -         | -         | 10         |
| <b>Всього за змістовий модуль 2 – 60 год.</b>  |                      |   | <b>4</b> | <b>-</b> | <b>10</b> | <b>46</b> | <b>35</b>  |
| <b>Екзамен</b>   |                      |   |          |          |           |           | <b>30</b>  |
| <b>Всього з навчальної дисципліни - 120 год.</b>   |                      |   |          |          |           |           | <b>100</b> |



## **5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ**

### **ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №1**

#### *Елементи теорії похибок вимірювань*

1. Предмет і задачі теорії похибок вимірювань.
2. Вимірювання та їх класифікація.
3. Похибки вимірювань і поправки до їх результату.
4. Класифікація похибок вимірювань.
5. Критерії для оцінки точності результатів вимірювань.
6. Розподіл ймовірностей випадкових похибок.
7. Дослідження похибок на випадковість.
8. Середні квадратичні похибки функцій незалежно виміряних величин.
9. Приклади обчислення середніх квадратичних похибок функцій виміряних величин.
10. Середня квадратична похибка парних рівноточних вимірювань.
11. Оцінка точності при наявності декількох джерел випадкових похибок.
12. Оцінка точності при сумісній дії джерел випадкових і систематичних похибок.
13. Опрацювання результатів рівноточних вимірювань.
14. Приклади опрацювання рівноточних вимірювань.
15. Ваги нерівноточних вимірювань.
16. Середня квадратична похибка одиниці ваги.
17. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги.
18. Ваги функцій виміряних величин.
19. Визначення середньої квадратичної похибки одиниці ваги з ряду парних нерівноточних вимірювань.
20. Опрацювання результатів нерівноточних вимірювань.
21. Приклади опрацювання нерівноточних вимірювань.
22. Математична обробка подвійних рівноточних вимірювань однорідних величин.
23. Математична обробка подвійних нерівноточних вимірювань однорідних величин.
24. Подвійні рівноточні вимірювання однорідних величин.
25. Подвійні нерівноточні вимірювання однорідних величин.

**ПІДСУМКОВИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ №2**  
*Метод найменших квадратів*  
*та зрівноважування вимірів у геодезичних мережах*

1. Загальні поняття методу найменших квадратів.
2. Загальна теорія параметричного способу.
3. Вирівнювання нерівноточних вимірювань параметричним способом.
4. Типові види параметричних рівнянь зв'язку і правок.
5. Оцінка точності в параметричному способі вирівнювання.
6. Алгоритми обчислень при порівнянні параметричних способом.
7. Контролі обчислень в параметричному способі.
8. Обчислення допустимих значень вільних членів при параметричному способі.
9. Загальна теорія корелатного способу.
10. Види умовних рівнянь зв'язку.
11. Оцінка точності в корелатному способі вирівнювання.
12. Чим відрізняються поняття середнього квадратичного відхилення, граничної помилки і середньоквадратичної помилки.
13. Зрівнювання трикутника.
14. Зрівнювання геодезичного чотирикутника.
15. Проектування геодезичних побудов.

## **6 МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Словесні методи: лекція, пояснення, розповідь, бесіда: відбувається з використанням традиційних засобів навчання у поєднанні з засобами ІКТ.

Наочні методи: ілюстрації та демонстрації навчального матеріала з використанням сучасного обладнання (платформа Moodle, Zoom-сервіс).

Практичні методи: практичні заняття, розв'язування математичних задач з професійно-орієнтованим змістом.

Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації: дискусії і диспути, студентські наукові конференції, створення ситуації пізнавальної новизни та зацікавленості.

Методи контролю: індивідуальне та фронтальне опитування, залік, іспит, контроль за допомогою комп'ютера – тестування.

Методи самоконтролю: самостійний пошук помилок, уміння самостійно критично оцінювати свої знання, визначати пріоритетні напрямки власного

навчального процесу, самоаналіз.

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Е.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: Навчальний посібник. Львів: Видавництво „Растр-7”, 2007. 408 с.
2. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2003. 216 с.
3. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. Навч. посібник. К.: КНУБА, 2005. 236 с.
4. Опря А.Т. Математична статистика. К.: Колос, 1994. 208 с.
5. Теорія ймовірностей і математична статистика : навчальний посібник / О. А. Гончаров, І. О. Князь, О. В. Хоменко. Суми : СумДУ, 2022. 174 с.

### Допоміжна

6. Літинський В. Геодезичний енциклопедичний словник - Львів: Євросвіт, 2001
7. Дьоміна Н.А. Конспект лекцій з дисципліни «Математичні методи та обробка геодезичних вимірів», частина 2. Мелітополь, 2019. 60 с.
8. Дьоміна Н.А. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Математичні методи та обробка геодезичних вимірів», частина 2. Мелітополь, 2019. 36 с.

## 8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ <https://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=2011>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/>
4. Джерела Інтернет