

Національний університет біоресурсів і природокористування України


Кафедра геодезії та картографії




**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету  
землепорядкування  
Т.О. Євсюков  
« » \_\_\_\_\_ 2023р.

**«СХВАЛЕНО»**

на засіданні кафедри геодезії та картографії  
Протокол № 12 від «10» травня 2023р.  
Завідувач кафедри  
 І.П. Ковальчук

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП «Геодезія та землеустрій»  
 І.П. Ковальчук

Робоча програма навчальної дисципліни

## Математична обробка геодезичних вимірів

спеціальність 193-Геодезія та землеустрій

освітня програма Геодезія та землеустрій

Факультет (ННІ) землепорядкування

Розробники: доцент кафедри геодезії та картографії, к.е.н., доц. Кривов'яз Є.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

**1.Опис навчальної дисципліни**  
**МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ**  
(назва)

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Освітній ступень	<u>Бакалавр</u>	
Спеціальність	<u>193-«Геодезія та землеустрій»</u> (шифр і назва)	
Освітня програма	<u>Геодезія та землеустрій</u> (бакалавр)	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	<u>Нормативна (вибіркова)</u>	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	- (назва)	
Форма контролю	<u>Екзамен, залік, диференційований залік</u>	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	4
Семестр	4	7
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	30 год.	14 год.
Самостійна робота	75 год.	_____ год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	2 год. 4 год.	

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** вивчення дисципліни є теоретична і практична підготовка студентів до належного опрацювання результатів геодезичних вимірювань з метою усунення похибок та визначення найімовірніших значень цих величин, оцінку їх точності.

**Завдання** вивчення дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» полягають в формуванні фахівців, здатних:

- теоретично та практично виконувати покладені на них обов'язки з використання геодезичних даних у землепорядній галузі;
- повноцінно забезпечувати процес отримання геодезичних величин шляхом вимірювань, а також належним виконанням обчислень;
- аналізувати вплив умов виконання вимірювального процесу на отримані результати та можливість усунення похибок вимірювань;
- розробляти і виконувати науково і технічно обґрунтовані проєкти виконання геодезичних робіт.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- послідовність виконання геодезичних вимірювань на фізичній поверхні Землі;
- фактори впливу (зовнішнє середовище, метеорологічні умови, особливості конструкції вимірювальних приладів і т.ін.) на процес виконання вимірювань і їх точність;
- технічні засоби і методику виконання математичних опрацювань геодезичних вимірювань;
- організацію роботи з проведення геодезичних вимірів та подальшого математичного опрацювання отриманих даних;

### **вміти:**

- організувати виконання робіт з математичного опрацювання результатів геодезичних вимірювань;
- оцінювати отримані результати вимірювань, а також обирати методи подальшого математичного опрацювання та узагальнення отриманої інформації;
- розробляти математичні алгоритми розв'язання геодезичних задач з метою отримання найбільш надійних значень;
- кваліфіковано розв'язувати геодезичні задачі та виконувати контроль за отриманими результатами;
- надавати дорадчу допомогу іншим фахівцям з питань виконання фахових завдань геодезичними методами.

### **Набуття компетентностей:**

**Інтегральна компетентність:** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою.

### **Загальні компетентності:**

**ЗК02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

**ЗК06.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

**ЗК07.** Здатність працювати автономно;

**ЗК08.** Здатність працювати в команді;

**ЗК09.** Здатність до міжособистісної взаємодії.

### **Фахові (спеціальні) компетентності:**

**СК01.** Здатність застосовувати фундаментальні знання для аналізу явищ природного і техногенного походження при виконанні професійних завдань у сфері геодезії та землеустрою;

- СК02.** Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою;
- СК04.** Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою;
- СК05.** Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою;
- СК06.** 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;
- СК09.** Здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

### Програмні результати навчання:

- РН3.** Доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію;
- РН4.** Знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей;
- РН8.** Брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів будівництва;
- РН9.** 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;
- РН10.** Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою;
- РН11.** Організувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1 «Елементи теорії похибок вимірювань», «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Параметричний спосіб вирівнювання»														
Тема 1. Загальні відомості про дисципліну.	1	10	1		1		8	4	2	2				
Тема 2. Критерії точності геодезичних вимірювань	2-3	11	2		1		8	2		2				
Тема 3. Метод найменших квадратів	4-5	13	2		2		9	2		2				
Тема 4. Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах	6-7	14	2		2		10	2	2					
Тема 5. Параметричний спосіб вирівнювання	8-9	18	2		6		10	2		2				

Тема 6. Вирівнювання мережі триангуляції	10-11	16	2	4	10	4	2			
Разом за змістовим модулем 1	82	11	16	55	16	4	10			
Змістовий модуль 2 «Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах Корелатний спосіб вирівнювання»										
Тема 7. Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)	12-13	19	2	7	10	4	2	2		
Тема 8. Вирівнювання мережі полігонометрії	14-15	19	2	7	10	2	2	2		
Разом за змістовим модулем 2	38	4	14	20	6	4	4			
Усього годин	120	15	30	75	22	8	14			
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-	-	-	-	-		
Усього годин	120	15	30	75	22	8	14			

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне опрацювання результатів рівноточних та нерівноточних вимірювань однієї величини	6
2	Вирівнювання кутів, виміряних у всіх комбінаціях на одному геодезичному пункті, параметричним способом	6
3	Вирівнювання мережі триангуляції 1-го розряду параметричним способом	6
4	Вирівнювання мережі триангуляції 1-го розряду корелатним способом	6
5	Строге вирівнювання полігонометричного ходу 1-го розряду корелатним способом	6

## 7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорія ймовірностей	8
2	Види похибок та шляхи їх усунення (грубі, систематичні, випадкові)	10
3	Властивості ваг нерівноточних вимірювань	9
4	Розв'язання нормальних рівнянь способом Гаусса та іншими способами	10
5	Контрольні обчислення при складанні та розв'язанні параметричних та умовних рівнянь поправок у геодезичні вимірювання	9
6	Мета та завдання попередніх обчислень в мережі триангуляції	10
7	Складання рівнянь поправок у довжини ліній, горизонтальні напрямки та кути	10
8	Методика строгого вирівнювання полігонометричного ходу	9

## 8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами (залік)

### Закриті вибіркові (одновибіркові)

1. Яка з формул відповідає геометричній умові вихідних дирекційних кутів?	№ відповіді
$\alpha_{AB} - \beta_i \pm 180^\circ + \beta_j \pm 180^\circ - \beta_k + \dots - \alpha_{CD} = w$	1
$w = \sum \beta_{\text{вимір}} - 180^\circ(n - 2)$	2
$\sum \beta_{\text{теор}} = 360^\circ$	3
$w = (\lg \sin \beta_{i+1} + \lg \sin \beta_{j+1} + \dots) - (\lg \sin \beta_{i-1} + \lg \sin \beta_{j-1} + \dots)$	4

2. Як визначаються коефіцієнти лінійних рівнянь поправок при параметричному способі вирівнювання?	№ відповіді
Як часткові похідні функції вимірюваних величин	1
Як сума добутків нелінійних коефіцієнтів	2
Шляхом ділення коефіцієнтів нормального рівняння на перший коефіцієнт, взятий з протилежним знаком	3
Шляхом послідовного виключення із системи рівнянь по одному невідомому	4

3. Через які обставини треба виконувати контроль вимірювань і їх оцінку точності?	№ відповіді
Наявність випадкових похибок під час вимірювань	1
Наявність систематичних похибок під час вимірювань	2
Наявність грубих похибок під час вимірювань	3
Наявність надлишкових вимірювань	4
Наявність необхідних вимірювань	5

4. Властивістю ваг є:	№ відповіді
відношення ваг двох вимірювань прямо пропорційні їх середнім квадратичним похибкам	1
відношення ваг двох вимірювань обернено пропорційні їх середнім квадратичним похибкам	2
відношення ваг двох вимірювань прямо пропорційні квадратам їх середніх квадратичних похибок	3
відношення ваг двох вимірювань обернено пропорційні квадратам їх середніх квадратичних похибок	4

5. Як у теорії ймовірностей, математичній статистиці та у споріднених дисциплінах називається окреме спостереження?	№ відповіді
Ймовірність	1
Випадковість	2
Явище	3
Подія	4

6. Як визначаються коефіцієнти елімінаційних рівнянь при параметричному способі вирівнювання?	№ відповіді
Як часткові похідні функції вимірних величин	1
Як сума добутоків коефіцієнтів лінійних рівнянь	2
Шляхом ділення коефіцієнтів нормального рівняння на перший коефіцієнт, взятий з протилежним знаком	3
Шляхом послідовного виключення із системи рівнянь по одному невідомому	4

7. Чому дорівнює число умов горизонту в мережах триангуляції?	№ відповіді
Кількості базисних ліній	1
Кількості надлишкових величин	2
Кількості центральних систем	3
Кількості центральних систем, доданої до кількості діагоналей	4

**Закриті вибіркові (багатовибіркові)**

8. Які величини можуть бути обрані в якості параметрів при математичній обробці результатів геодезичних вимірювань?	№ відповіді
Теоретично відомі (вихідні)	1
Вимірні	2
Обчислені	3
Систематичні похибки	4
Випадкові	5
Ваги	6

9. Коли в мережі триангуляції виникають полюсні умови?	№ відповіді
При наявності одного базису	1
При наявності двох базисів	2
При наявності трьох і більше базисів	3
При наявності умовного полюсу	4
При наявності дійсного полюсу	5
При наявності діагоналей	6
Ніколи не виникають	7

10. Які величини визначаються при оцінці ряду нерівноточних вимірів?	№ відповіді
Середнє арифметичне	1
Середнє вагове	2
Середнє геометричне	3
Ваги	4
Сума випадкових похибок	5
Коефіцієнт пропорційності абсолютних та відносних похибок	6
Середню квадратичну похибку	7
Абсолютні похибки	8

**Закриті вибіркові (вибірково-впорядкувальні)**

11. Який порядок обчислення поправок при вирівнюванні полігонометричного ходу?	№ відповіді
Поправки в довжини ліній	1
Первинні поправки в кути	2
Вторинні поправки в кути	3
Первинні поправки в довжини ліній	4
Вторинні поправки в довжини ліній	5
Поправки в дирекційні кути ліній	6
Поправки в прирости координат	7
Поправки в параметри (координати)	8

12. Визначте порядок вирішення нормальних рівнянь поправок	№ відповіді
Обчислення поправок у параметри	1
Визначення коефіцієнтів перетворених нормальних рівнянь	2
Визначення коефіцієнтів неперетворених нормальних рівнянь	3
Обчислення коефіцієнтів елімінаційних рівнянь	4

**Закриті, на відповідність (перехресні)**

13. За якими формулами визначають зазначені величини:	
1. Проста арифметична середина	A) $\frac{[p\delta]}{[p]}$
2. Загальна арифметична середина	B) $\sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}}$
3. Середня квадратична похибка	C) $\frac{\sqrt{[\Delta^2]}}{n}$
4. Середня квадратична похибка одиниці ваги	D) $\delta_0 + \frac{[\epsilon_3]}{n}$
5. Середня квадратична похибка середнього арифметичного	E) $\frac{\mu}{\sqrt{[\delta]}}$

**Закриті**, на відповідність (вибірково-об'єднувальні)

14. Розподіліть похибки за їх ознаками на групи:	
A) За характером дії	1. Елементарні
B) За джерелом виникнення	2. Грубі
C) Залежно від кількості факторів, що їх утворюють	3. Випадкові
D) Для характеристики точності	4. Абсолютні
	5. Сумарні
	6. Зовнішні
	7. Відносні
	8. Особистісні
	9. Систематичні
	10. Приладів

15. Які поправки відносять до відповідної групи рівнянь при двогруповому способі вирівнювання полігонометричного ходу?	
A) перша група	1. Поправки в довжини ліній
B) друга група	2. Первинні поправки в кути
	3. Вторинні поправки в кути
	4. Первинні поправки в довжини ліній
	5. Вторинні поправки в довжини ліній
	6. Поправки в дирекційні кути ліній
	7. Поправки в прирости координат
	8. Поправки в параметри (координати)

**Відкриті**

16. Для якої фігури в триангуляції складають полюсне умовне рівняння з неявним (умовним) полюсом?
17. На основі яких функціональних залежностей визначають коефіцієнти лінійних рівнянь поправок у напрямки в мережі триангуляції?
18. Як називають допоміжні множники незалежних умовних рівнянь?
19. Скільки надлишкових сторін вимірюють у полігонометричному ході?
20. Визначити часткові похідні функції $L = \frac{2}{x} \cos^2 \beta$



**8. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами. (екзамен)**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС Бакалавр Спеціальність <b>"Геодезія та землеустрій"</b>	<b>Кафедра</b> геодезії та картографії  2023-24 навч. рік	<b>ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ</b> <b>БІЛЕТ № 1</b> з дисципліни  <b>«Математичне опрацювання та аналіз геоданих»</b>	<b>"Затверджую"</b> Зав. кафедри  І.П. Ковальчук "___" _____ 2024 р.
<b>Екзаменаційні запитання</b> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. Предмет та задачі дисципліни « <b>«Математичне опрацювання та аналіз геоданих»</b> ».			
2. Попередні обчислення при вирівнюванні геодезичних (триангуляційних) мереж.			
<b>Тестові завдання різних типів</b> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			

**1. Для якої фігури в триангуляції складають полюсне умовне рівняння з неявним (умовним) полюсом?**

*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією фразою)*

**2. Як називають допоміжні множники незалежних умовних рівнянь?**

*(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією фразою)*

**3. Розподіліть похибки за їх ознаками на групи:**

А) За характером дії	1. Елементарні
В) За джерелом виникнення	2. Грубі
С) Залежно від кількості факторів, що їх утворюють	3. Випадкові
Д) Для характеристики точності	4. Абсолютні
	5. Сумарні
	6. Зовнішні
	7. Відносні
	8. Особистісні
	9. Систематичні
	10. Приладів

**4. Визначте послідовність розв'язання нормальних рівнянь поправок**

Обчислення поправок у параметри	№ відповіді
Визначення коефіцієнтів перетворених нормальних рівнянь	1
Визначення коефіцієнтів неперетворених нормальних рівнянь	2
Обчислення коефіцієнтів елімінаційних рівнянь	3
	4

**5. Коли в мережі триангуляції виникають полюсні умови?**

При наявності одного базису	№ відповіді
При наявності двох базисів	1
При наявності трьох і більше базисів	2
При наявності умовного полюсу	3
При наявності дійсного полюсу	4
При наявності діагоналей	5
Ніколи не виникають	6
	7

<b>6. Як визначаються коефіцієнти лінійних рівнянь поправок при параметричному способі вирівнювання?</b>	№ відповіді
Як часткові похідні функції вимірюваних величин	1
Як сума добутків нелінійних коефіцієнтів	2
Шляхом ділення коефіцієнтів нормального рівняння на перший коефіцієнт, взятий з протилежним знаком	3
Шляхом послідовного виключення із системи рівнянь по одному невідомому	4

<b>7. Яка з формул відповідає геометричній умові вихідних дирекційних кутів?</b>	№ відповіді
$\alpha_{AB} - \beta_i \pm 180^\circ + \beta_j \pm 180^\circ - \beta_k + \dots - \alpha_{CD} = w$	1
$w = \sum \beta_{вимір} - 180^\circ(n - 2)$	2
$\sum \beta_{теор} = 360^\circ$	3
$w = (\lg \sin \beta_{i+1} + \lg \sin \beta_{j+1} + \dots) - (\lg \sin \beta_{i-1} + \lg \sin \beta_{j-1} + \dots)$	4

**8. Скільки надлишкових сторін вимірюють у полігонометричному ході?**

(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь однією фразою)

**9. За якими формулами визначають зазначені величини:**

1. Просту арифметичну середину	A) $\frac{[px]}{[p]}$
2. Загальну арифметичну середину	B) $\sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}}$
3. Середню квадратичну похибку	C) $\frac{\sqrt{[\Delta^2]}}{n}$
4. Середню квадратичну похибку одиниці ваги	D) $x_0 + \frac{[\varepsilon_i]}{n}$
5. Середню квадратичну похибку середнього вагового	E) $\frac{\mu}{\sqrt{[p]}}$

<b>10. Як у теорії ймовірностей, математичній статистиці та у споріднених дисциплінах називають окреме спостереження?</b>	№ відповіді
Ймовірність	1
Випадковість	2
Явище	3
Подія	4

## 9. Методи навчання

1. За характером подачі (викладення) навчального матеріалу: *словесні, наочні, практичні.*
2. За організаційним характером навчання: *Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності; Бінарні(подвійні) методи навчання; Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності; Методи контролю та самоконтролю у навчанні.*
3. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: *прагматичні, індуктивно-дедуктивні, проблемні, дослідницькі, репродуктивні тощо.*

## 10. Форми контролю

Номер змісто-вого модуля	Розділ дисципліни	Тема лекції	Тема практичного (лабораторного) заняття	Форма контролю знань
1	Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Параметричний спосіб вирівнювання	1. Елементи математичної статистики	1. Математичне опрацювання результатів рівноточних та нерівноточних вимірювань однієї величини	1. Захист лабораторного завдання
		2. Критерії точності геодезичних вимірювань		2. Виконання контрольної роботи
		3. Метод найменших квадратів		
		4. Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах	2. Вирівнювання кутів, виміряних у всіх комбінаціях на одному геодезичному пункті, параметричним способом	1. Захист лабораторного завдання
		5. Параметричний спосіб вирівнювання		
		6. Вирівнювання мережі триангуляції	3. Вирівнювання мережі триангуляції 1-го розряду параметричним способом	2. Захист лабораторного завдання
		3. Виконання контрольної роботи		
2	Вирівнювальні обчислення в геодезичних мережах. Корелатний спосіб вирівнювання	7. Корелатний спосіб вирівнювання геодезичних мереж (спосіб умов)	4. Вирівнювання мережі триангуляції 1-го розряду корелатним способом	1. Захист лабораторного завдання
		8. Вирівнювання мережі полігонометрії	5. Строге вирівнювання полігонометричного ходу 1-го розряду корелатним способом	2. Захист лабораторного завдання
				3. Виконання контрольної роботи

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

## 12. Навчально-методичне забезпечення

1. Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Бодак Є.В. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами факультету землевпорядкування. – НУБіП України. – 2009. – 44 с.

2. Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Бодак Є.В. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів». – НУБіП України. – 2011. – 56 с.

3. Жук О.П., Ковальов М.В., Бодак Є.В. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами факультету землевпорядкування. – НУБіП України. – 2012. – 46 с.

4. Жук О.П., Ковальов М.В., Кривов'яз Є.В. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами факультету землевпорядкування. – НУБіП України. – 2013. – 46 с.

5. Жук О.П., Ковальов М.В., Кривов'яз Є.В. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів». – НУБіП України. – 2013. – 56 с.

6. Навчальний електронний курс «Математична обробка геодезичних вимірів» <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2243>

## 13. Рекомендовані джерела інформації

### Основна

1. Зазуляк П.М., Гавриш В.І., Євсєєва Е.М., Йосипчук М.Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: навчальний посібник. Львів: Растр-7, 2007.
2. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Метод найменших квадратів. К.: КНУБА, 2005.
3. Войтенко С.П., Шульц Р.В., Кузьмич О.Й., Кравченко Ю.В. Математичне оброблення геодезичних вимірів: підручник / за ред. С. П. Войтенка. – К.: Знання, 2015. – 654 с.
4. Літинський В. Геодезичний енциклопедичний словник. Львів: Євросвіт, 2001.
5. Літнарівч Р.М. , Кравцов М.І. , Яроцький П.П. Порівняльний аналіз точності елементів суцільних і несучільних спостережень триангуляції . Інженерна геодезія . К.: КНУБА, 2002.
6. Метешкін К.О., Шаульський Д.В. Математична обробка геодезичних вимірів: навч. Посібник. Х.: ХНАМГ, 2012. 176 с.
7. Рижок З.Р., Полковська Л.Л., Ступень Р.М., Колодій П.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Навчальний посібник. Львів: « Галицька видавнича спілка», 2020. 180 с.
8. Зозуляк П.М. Математична обробка геодезичних вимірів. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 504 с.

### Допоміжна

9. Боровий В.О. , Літнарівч Р.М. , Мардієва Л.П. Особливості зрівноваження лінійно-кутової мережі з недостатньою кількістю вимірів . Інженерна геодезія. Випуск 45, - К.: КНУБА, 2001.
10. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2003. – 216с.
11. Зазуляк П. М., Гавриш В.І., Євсєєва Є. М., Йосипчук М. Д. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань. – Львів: 2007.
12. Конспект лекцій з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» / Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Бодак Є.В. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2010.
13. Літнарівч Р.М. Геодезія. .Планові державні геодезичні мережі. Конспект лекцій. – Чернівці: ЧДІЕіУ, 2002.

14. Літнарівич 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.
15. Літнарівич Р.М. Проект і дослідження геодезичної основи міста Рівне методом несучільних спостережень триангуляції. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень". - Рівне: РДТУ, 1998.
16. Літнарівич 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.
17. Літнарівич Р.М. Проект і дослідження точності методом статистичних випробувань Монте Карло геодезичної основи міста Рівне, створюваної лінійно-кутовим методом несучільних спостережень. Навчальний посібник з курсу "Методи наукових досліджень", Частина V, - Рівне: 1999.
18. Літнарівич 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.
19. Літнарівич Р.М. Теорія ряду парних ланок засічок , який прокладається між пунктами , визначеними по системі GPS . Інженерна геодезія . Випуск 45 . – К.: КНУБА, 2001.
20. Літнарівич Р.М. Теоретичне обґрунтування точності геодезичних робіт при інвентаризації земель . Інженерна геодезія . Випуск 43 , – К.: КНУБА, 2000.
21. Методичні рекомендації з дисципліни «Математична обробка геодезичних вимірів» щодо вивчення дисципліни студентами факультету землевпорядкування (напряму підготовки 6.080101 – "Геодезія, картографія та землеустрій") / Євсюков Т.О., Ковальов М.В., Кривов'яз Є.В. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2009.
22. Тадєєв О.А. Математична обробка геодезичних вимірів : конспект лекцій для студентів напряму 0801 «Геодезія , картографія та землеустрій». –Рівне: Вид. НУВГП., 2013 –146 с.
23. Теория математической обработки геодезических измерений. Ч.1. Теория погрешностей измерений. Сост. Войславский Л.К.–Харьков: ХНАГХ, 2006 –64 с.
24. Теория математической обработки геодезических измерений. Ч. 2. Способ наименьших квадратов. Сост. Войславский Л.К.–Харьков: ХНАГХ, 2007 –75 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Навчальний електронний курс «Математична обробка геодезичних вимірів»  
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2243>
2. Математична обробка геодезичних вимірів. Конспект лекцій. <http://studcon.org/matematychna-obrobka-geodezychnyh-vymiriv-konspekt-lekciy-dlya-studentiv-tadeyev-oa>
3. Практикум з математичної обробки геодезичних вимірів  
<http://eprints.kname.edu.ua/35744/1/%D0%A8%D0%B0%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%9C%D0%9E%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B4%D0%92%D0%B8%D0%BC.Pdf>
4. Mathematical Geodesy. [https://users.aalto.fi/~mvermeer/geom\\_en.pdf](https://users.aalto.fi/~mvermeer/geom_en.pdf)
5. Handbook of Mathematical Geodesy. <https://www.springerprofessional.de/handbook-of-mathematical-geodesy/15836448>
6. Законодавство України <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>

**Автор програми,  
к.е.н., доцент кафедри геодезії та картографії**

**Є.В. Кривов'яз**