

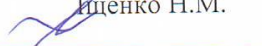
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет економічних наук

Кафедра управління земельними ресурсами


“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор  
Иценко Н.М.  
“28” серпня 2020 року**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ****ВИЩА ТА СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ**Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»  
Освітня програма: Геодезія та землеустрій

Розробник

Перович Л.М. Стерлев Д.В. 

Завідувач кафедри розробника

Горлачук В.В. 

Гарант освітньої програми

Смирнова С.М. 

Декан факультету економічних наук

Філімонова О.Б. 

Начальник НМВ

Шкірчак С.І. 

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Вища та супутникова геодезія	
Галузь знань	19 «Архітектура та будівництво»	
Спеціальність	193 «Геодезія та землеустрій»	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій» першого рівня вищої освіти.	
Рівень вищої освіти	Бакалавр з геодезії та землеустрою	
Статус дисципліни	Дисципліна циклу професійної підготовки	
Курс навчання	IV	
Навчальний рік	4	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	5, 6	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	12 кредитів / 390 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, групові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	- лекції – 48 год., - групові заняття – 126 год.; - самостійної роботи – 186 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	48 %	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю	Залік	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	

## 2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета:

сформуванню комплекс знань з теорії і практики основних понять та проблем, пов'язаних з дослідженням конформного відображення поверхні еліпсоїда на площині, відхиленням прямовисних ліній, теорією висот, редуційною проблемою, геометричним методом вивчення фігури Землі, гравіметричним та астрономічним методами вивчення гравітаційного поля і фігури Землі.

Завдання:

- дослідження загальної фігури Землі, розв'язання задач на поверхні відносності та в просторі, вивчення характеристик гравітаційного поля Землі та врахування їх при розв'язанні редуційних задач;

- вивчення загальноземних і референційних систем координат, систем відліку часу, методики та практики спостережень штучних супутників Землі та природних небесних об'єктів, дослідження незбуреного руху супутників та впливу збурень на цей рух, методів створення просторових космічних побудов в геодезії.

Дисципліна «Вища та супутникова геодезія» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки.

Передумови вивчення дисципліни: засвоєння таких дисциплін як геодезія, фотограмметрія та дистанційне зондування, топографічне креслення.

Очікувані результати навчання: вивчення дисципліни «Вища та супутникова геодезія» сприяє отриманню наступних програмних результатів навчання освітньо-професійної програми підготовки бакалавра.

### **В результаті вивчення дисципліни студент**

*має знати:*

- основних понять та визначень курсу вищої геодезії, пов'язаних з конформним відображенням поверхні еліпсоїда на площині, відхиленням прямовисних ліній, редуційною проблемою;
- теоретичних питань, пов'язаних з вивченням геометричних властивостей земного еліпсоїда та методів розв'язування задач на його поверхні;
- основ використання різних геодезичних, гравіметричних, супутникових методів для вивчення фігури, розмірів і зовнішнього гравітаційного поля Землі.

*має вміти:*

- вирішувати задачі пов'язані з обчисленням з веденої та геоцентричної широт;
- обчисленням головного і середнього радіусів кривини поверхні еліпсоїда радіуса паралелі;
- переобчислювати плоскі прямокутні координати в геодезичні і навпаки;
- переобчислювати плоскі прямокутні координати із одної зони в іншу;
- розв'язувати головні геодезичні задачі (пряму та обернену) на поверхні сфери, еліпсоїда в просторі.

**Програмні компетенції**  
**(Вища та супутникова геодезія –ФК6, ФК3, ФК5, РН2, РН4)**

***Спеціальні:***

ФК3 Здатність до застосування знань з геодезії, землеустрою, земельного кадастру, земельного права на практиці для виконання професійних обов'язків

ФК5 Здатність використовувати сучасне геодезичне, навігаційне, геоінформаційне та фотограмметричне програмне забезпечення та обладнання

ФК6 Здатність самостійно збирати, обробляти, моделювати та аналізувати геопросторові дані у польових та камеральних умовах.

***Результати навчання:***

РН2 Знати теоретичні основи геодезії, вищої та інженерної геодезії, топографічного і тематичного картографування, складання та оновлення карт, дистанційного зондування Землі та фотограмметрії, землеустрою, оцінювання нерухомості і земельного кадастру

РН4 Застосовувати методи і технології створення державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, топографічних знімачів місцевості, топографо-геодезичних вимірювань для вишукування, проектування, зведення і експлуатації інженерних споруд, громадських, промислових та сільськогосподарських комплексів з використанням сучасних наземних і аерокосмічних методів.

### 3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Групові заняття	Самостійна робота	Загальний обсяг
1	Тема 1. Предмет і задачі вищої геодезії. Зв'язки з іншими дисциплінами. Наукові та практичні завдання вищої геодезії	2	8	12	22
2	Тема 2. Фігура Землі. Системи координат, що застосовуються у вищій геодезії. Елементи теорії поверхонь.	4	8	12	24
3	Тема 3. Геометрія земного еліпсоїда. Основні параметри земного еліпсоїда. Радіуси кривизни поверхні еліпсоїда в даній точці.	2	8	12	22
4	Тема 4. Довжини дуг меридіана, паралелі. Площа стероїдної трапеції.	2	8	12	22
5	Тема 5. Криві на поверхні еліпсоїда. Взаємні нормальні перерізи.	2	8	12	22
6	Тема 6. Геодезична лінія. Розходження між нормальними перерізами та геодезичною лінією.	2	10	12	24
7	Тема 7. Розв'язування головних геодезичних задач. Види геодезичних задач. Розв'язування сфероїдних трикутників	4	10	12	26
8	Тема 8. Основні шляхи розв'язування геодезичних задач.	4	10	12	26
9	Тема 9. Точність розв'язування головних геодезичних задач на	4	10	13	27

	поверхні земного еліпсоїда.				
10	Тема 10. Розв'язування головних геодезичних задач на сфері.	4	8	12	25
11	Тема 11. Методи розв'язування головних геодезичних задач на еліпсоїді.	2	8	13	23
12	Тема 12. Поняття про проекцію Гауса-Крюгера. Плоскі координати в геодезії. Масштаб зображення. Властивості проекції.	4	8	13	25
13	Тема 13. Основні рівняння конформної проекції Гауса. Перетворення полярних координат.	4	8	13	25
14	Тема 14. Формули проекції Гауса-Крюгера: для обчислення координат, зближення меридіанів, масштабу проекції.	4	8	13	25
15	Тема 15. Редукування напрямів і відстаней в проекції Гауса-Крюгера	4	6	13	23
	Всього за курсом	<b>48</b>	<b>126</b>	<b>186</b>	<b>360</b>

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### 4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план
1	<p><b>Тема 1. Предмет і задачі вищої геодезії. Зв'язки з іншими дисциплінами. Наукові та практичні завдання вищої геодезії (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Предмет геодезії.</li> <li>2) Історія та розвиток геодезії.</li> <li>3) Значення геодезичних робіт у народному, лісовому і садово-парковому господарстві.</li> <li>4) Поняття про форму і розміри Землі.</li> <li>5) Одиниці вимірювання, що застосовуються в геодезії.</li> <li>6) Види геодезичних знімачів.</li> </ol>

2	<p><b>Тема 2. Фігура Землі. Системи координат, що застосовуються у вищій геодезії. Елементи теорії поверхонь (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Головні радіуси кривизни в даній точці еліпсоїда.</li> <li>2) Теорема Меньє.</li> <li>3) Обчислення довжини дуги меридіана.</li> </ol>
3	<p><b>Тема 2. Фігура Землі. Системи координат, що застосовуються у вищій геодезії. Елементи теорії поверхонь (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Обчислення довжини дуги паралелі.</li> <li>2) Обчислення розмірів та площі рамок сфероїдальних знімальних трапецій.</li> </ol>
4	<p><b>Тема 3. Геометрія земного еліпсоїда. Основні параметри земного еліпсоїда. Радіуси кривизни поверхні еліпсоїда в даній точці. (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> </ol>
5	<p><b>Тема 4. Довжини дуг меридіана, паралелі. Площа стероїдної трапеції. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>2) Сферичний надлишок.</li> <li>3) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ol>
6	<p><b>Тема 5. Криві на поверхні еліпсоїда. Взаємні нормальні перерізи. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> <li>5) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>6) Сферичний надлишок.</li> <li>7) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ol>
7	<p><b>Тема 6. Геодезична лінія. Розходження між нормальними перерізами та геодезичною лінією. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Геодезична лінія – найкоротший шлях між двома точками на поверхні.</li> <li>2) Геодезична лінія – траєкторія намотки а поверхню ниток</li> <li>3) Геодезична лінія – ймовірна траєкторія примусового руху частинки технологічного матеріалу по поверхні.</li> <li>4) Аналітичні підходи розв'язування прямої і оберненої задач стосовно геодезичних ліній поверхні</li> </ol>
8	<p><b>Тема 7. Розв'язування головних геодезичних задач. Види геодезичних задач. Розв'язування сфероїдних трикутників (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Точність розв'язування головної геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда</li> <li>2) Основні шляхи розв'язання геодезичних задач</li> <li>3) Розв'язування сфероїдних трикутників</li> </ol>

9	<p><b>Тема 7. Розв'язування головних геодезичних задач. Види геодезичних задач. Розв'язування сфероїдних трикутників (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за формулами сферичної тригонометрії.</li> <li>2) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за теоремою Лежандра</li> <li>3) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за способом аддиментів.</li> <li>4) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за вимірними сторонами</li> </ol>
10	<p><b>Тема 8. Основні шляхи розв'язування геодезичних задач (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Розв'язування прямої геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда за формулами Гаусса із середніми аргументами.</li> </ol>
11	<p><b>Тема 8. Основні шляхи розв'язування геодезичних задач (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Розв'язування оберненої геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда за формулами Гаусса із середніми аргументами.</li> </ol>
12	<p><b>Тема 9. Точність розв'язання головних геодезичних задач на поверхні земного еліпсоїда (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> </ol>
13	<p><b>Тема 9. Точність розв'язання головних геодезичних задач на поверхні земного еліпсоїда (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>2) Сферичний надлишок.</li> <li>3) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ol>
14	<p><b>Тема 10. Розв'язування головних геодезичних задач на сфері (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Обернена геодезична задача.</li> </ol>
15	<p><b>Тема 10. Розв'язування головних геодезичних задач на сфері (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Пряма геодезична задача.</li> </ol>
16.	<p><b>Тема 11. Методи розв'язування головних геодезичних задач на еліпсоїді (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Приклади розв'язання геодезичних задач на поверхні еліпсоїда.</li> </ol>
17	<p><b>Тема 12. Поняття про проекцію Гауса-Крюгера. Плоскі координати в геодезії. Масштаб зображення. Властивості проекції.(2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Система прямих прямокутних координат Гаусса-Крюгера.</li> <li>2) Побудова попередньо-циліндричних проекцій та системи координат Наусса-Крюгера.</li> </ol>
18	<p><b>Тема 12. Поняття про проекцію Гауса-Крюгера. Плоскі координати в геодезії. Масштаб зображення. Властивості проекції. (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Елементи центральної проекції.</li> <li>2) Властивості перспективних зображень.</li> <li>3) Епюри. Теорема Шаля.</li> </ol>



19	<p><b>Тема 13. Основні рівняння конформної проекції Гауса. Перетворення полярних координат. (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Перетворення полярних координат.</li> <li>2) Формули для обчислення координат.</li> <li>3) Формули для обчислення масштабу проекції.</li> <li>4) Формули для редукування напрямів і відстаней.</li> <li>5) Практика застосування проекції Гаусса-Крюгера.</li> </ol>
20	<p><b>Тема 13. Основні рівняння конформної проекції Гауса. Перетворення полярних координат. (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Числовий приклад опрацювання фрагменту геодезичної мережі на площині в проекції Гаусса-Крюгера.</li> <li>2) Перетворення координат Гаусса-Крюгера із зони в зону.</li> <li>3) Астрономо-геодезичні відхилення прямовисних ліній.</li> <li>4) Гравіметричні відхилення прямовисних ліній.</li> </ol>
21	<p><b>Тема 14. Формули проекції Гауса-Крюгера: для обчислення координат, зближення меридіанів, масштабу проекції (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Формули для обчислення координат.</li> <li>2) Формули для обчислення зближення меридіанів.</li> </ol>
22	<p><b>Тема 14. Формули проекції Гауса-Крюгера: для обчислення координат, зближення меридіанів, масштабу проекції (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Формули для обчислення масштабу проекції.</li> <li>2) Вирахування зближення меридіанів на площині.</li> <li>3) Обчислення масштабу проекції Гаусса-Крюгера.</li> <li>4) Обчислення поправок за редукацію віддалей з еліпсоїда на площину.</li> <li>5) Обчислення поправок у напрямки за кривизну зображення геодезичної лінії на площині.</li> </ol>
23	<p><b>Тема 15. Редукування напрямів і відстаней в проекції Гауса-Крюгера</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Формули для редукування напрямів і відстаней.</li> <li>2) Порядок перетворення плоских координат Гаусса-Крюгера з однієї зони в іншу.</li> </ol>
24	<p><b>Тема 15. Редукування напрямів і відстаней в проекції Гауса-Крюгера</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Практика застосування проекції Гаусса-Крюгера.</li> <li>2) Числовий приклад опрацювання фрагменту геодезичної мережі на площині в проекції Гаусса-Крюгера.</li> </ol>

## 4.2. План практичних занять

№	Тема заняття / план
1	<p><b>Тема 1. Предмет і задачі вищої геодезії. Зв'язки з іншими дисциплінами. Наукові та практичні завдання вищої геодезії (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Предмет геодезії.</li> <li>2) Історія та розвиток геодезії.</li> <li>3) Значення геодезичних робіт у народному, лісовому і садово-парковому господарстві.</li> <li>4) Поняття про форму і розміри Землі.</li> </ol>

	<p>5) Одиниці вимірювання, що застосовуються в геодезії.</p> <p>6) Види геодезичних знімачів.</p>
2	<p><b>Тема 2. Фігура Землі. Системи координат, що застосовуються у вищій геодезії. Елементи теорії поверхонь (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Головні радіуси кривизни в даній точці еліпсоїда.</li> <li>2) Теорема Менґе.</li> <li>3) Обчислення довжини дуги меридіана.</li> </ol>
3	<p><b>Тема 2. Фігура Землі. Системи координат, що застосовуються у вищій геодезії. Елементи теорії поверхонь (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Обчислення довжини дуги паралелі.</li> <li>2) Обчислення розмірів та площі рамок сфероїдальних знімачальних трапецій.</li> </ol>
4	<p><b>Тема 3. Геометрія земного еліпсоїда. Основні параметри земного еліпсоїда. Радіуси кривизни поверхні еліпсоїда в даній точці. (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> </ol>
5	<p><b>Тема 4. Довжини дуг меридіана, паралелі. Площа стероїдної трапеції. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>2) Сферичний надлишок.</li> <li>3) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ol>
6	<p><b>Тема 5. Криві на поверхні еліпсоїда. Взаємні нормальні перерізи. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> <li>5) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>6) Сферичний надлишок.</li> <li>7) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ol>
7	<p><b>Тема 6. Геодезична лінія. Розходження між нормальними перерізами та геодезичною лінією. (2 год)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Геодезична лінія – найкоротший шлях між двома точками на поверхні.</li> <li>2) Геодезична лінія – траєкторія намотки а поверхню ниток</li> <li>3) Геодезична лінія – ймовірна траєкторія примусового руху частинки технологічного матеріалу по поверхні.</li> <li>4) Аналітичні підходи розв'язування прямої і оберненої задач стосовно геодезичних ліній поверхні</li> </ol>
8	<p><b>Тема 7. Розв'язування головних геодезичних задач. Види геодезичних задач. Розв'язування сфероїдних трикутників (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Точність розв'язування головної геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда</li> <li>2) Основні шляхи розв'язання геодезичних задач</li> <li>3) Розв'язування сфероїдних трикутників</li> </ol>
9	<p><b>Тема 7. Розв'язування головних геодезичних задач. Види геодезичних задач. Розв'язування сфероїдних трикутників (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за формулами сферичної тригонометрії.</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за теоремою Лежандра</li> <li>3) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за способом аддиментів.</li> <li>4) Способи розв'язування малих сфероїдних трикутників за вимірними сторонами</li> </ul>
10	<p><b>Тема 8. Основні шляхи розв'язування геодезичних задач (2 год)</b>  <b>Блок А</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Розв'язування прямої геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда за формулами Гаусса із середніми аргументами.</li> </ul>
11	<p><b>Тема 8. Основні шляхи розв'язування геодезичних задач (2 год)</b>  <b>Блок Б</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Розв'язування оберненої геодезичної задачі на поверхні еліпсоїда за формулами Гаусса із середніми аргументами.</li> </ul>
11	<p><b>Тема 9. Точність розв'язання головних геодезичних задач на поверхні земного еліпсоїда (2 год)</b>  <b>Блок А</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Взаємні нормальні перерізи.</li> <li>2) Геодезична лінія.</li> <li>3) Рівняння геодезичної лінії.</li> <li>4) Врахування кривих на поверхні еліпсоїда.</li> </ul>
	<p><b>Тема 9. Точність розв'язання головних геодезичних задач на поверхні земного еліпсоїда (2 год)</b>  <b>Блок Б</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Сфероїдальні і сферичні трикутники.</li> <li>2) Сферичний надлишок.</li> <li>3) Розв'язування трикутників за теоремою Лежандра і способом аддитаментів.</li> </ul>
12	<p><b>Тема 10. Розв'язування головних геодезичних задач на сфері (2 год)</b>  <b>Блок А</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Обернена геодезична задача.</li> </ul>
13	<p><b>Тема 10. Розв'язування головних геодезичних задач на сфері (2 год)</b>  <b>Блок Б</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Пряма геодезична задача.</li> </ul>
14.	<p><b>Тема 11. Методи розв'язування головних геодезичних задач на еліпсоїді (2 год)</b>  1) Приклади розв'язання геодезичних задач на поверхні еліпсоїда.</p>
15.	<p><b>Тема 12. Поняття про проекцію Гауса-Крюгера. Плоскі координати в геодезії. Масштаб зображення. Властивості проекції.(2 год)</b>  <b>Блок А</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Система прямих прямокутних координат Гаусса-Крюгера.</li> <li>2) Побудова попередньо-циліндричних проекцій та системи координат Гаусса-Крюгера.</li> </ul>
16.	<p><b>Тема 12. Поняття про проекцію Гауса-Крюгера. Плоскі координати в геодезії. Масштаб зображення. Властивості проекції. (2 год)</b>  <b>Блок Б</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Елементи центральної проекції.</li> <li>2) Властивості перспективних зображень.</li> <li>3) Епюри. Теорема Шаля.</li> </ul>
17.	<p><b>Тема 13. Основні рівняння конформної проекції Гауса. Перетворення полярних координат. (2 год)</b>  <b>Блок А</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Перетворення полярних координат.</li> <li>2) Формули для обчислення координат.</li> <li>3) Формули для обчислення масштабу проекції.</li> </ul>

	<p>4) Формули для редукування напрямів і відстаней.</p> <p>5) Практика застосування проекції Гаусса-Крюгера.</p>
18.	<p><b>Тема 13. Основні рівняння конформної проекції Гауса. Перетворення полярних координат. (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <p>1) Числовий приклад опрацювання фрагменту геодезичної мережі на площині в проекції Гаусса-Крюгера.</p> <p>2) Перетворення координат Гаусса-Крюгера із зони в зону.</p> <p>3) Астрономо-геодезичні відхилення прямовисних ліній.</p> <p>4) Гравіметричні відхилення прямовисних ліній.</p>
19.	<p><b>Тема 14. Формули проекції Гауса-Крюгера: для обчислення координат, зближення меридіанів, масштабу проекції (2 год)</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <p>1) Формули для обчислення координат.</p> <p>2) Формули для обчислення зближення меридіанів.</p>
20.	<p><b>Тема 14. Формули проекції Гауса-Крюгера: для обчислення координат, зближення меридіанів, масштабу проекції (2 год)</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <p>1) Формули для обчислення масштабу проекції.</p> <p>2) Врахування зближення меридіанів на площині.</p> <p>3) Обчислення масштабу проекції Гаусса-Крюгера.</p> <p>4) Обчислення поправок за редукацію віддалей з еліпсоїда на площину.</p> <p>5) Обчислення поправок у напрямки за кривизну зображення геодезичної лінії на площині.</p>
21.	<p><b>Тема 15. Редукування напрямів і відстаней в проекції Гауса-Крюгера</b></p> <p><b>Блок А</b></p> <p>1) Формули для редукування напрямів і відстаней.</p> <p>2) Порядок перетворення плоских координат Гаусса-Крюгера з однієї зони в іншу.</p>
22.	<p><b>Тема 15. Редукування напрямів і відстаней в проекції Гауса-Крюгера</b></p> <p><b>Блок Б</b></p> <p>1) Практика застосування проекції Гаусса-Крюгера.</p> <p>2) Числовий приклад опрацювання фрагменту геодезичної мережі на площині в проекції Гауса-Крюгера.</p>

#### 4.3. Завдання для самостійної роботи

1. Нормальна Земля і методи визначення прискорення сили тяжіння.
2. Потенціал сили тяжіння.
3. Рівневі поверхні та силові лінії Землі.
4. Нестационарне потенційне поле Землі.
5. Збурюючий потенціал.
6. Геодезична гравіметрія та гравіметричні зйомки.
7. Визначення елементів приведення графічним способом.
8. Методи створення висококласних опорних планово-висотних геодезичних мереж.
9. Методи високоточних кутових вимірювань в триангуляції і полігонометрії I класу.

10. Спосіб в усіх комбінаціях Шрейбера.
11. Спосіб кругових прийомів Струве.
12. Методи високоточних лінійних вимірювань.
13. Базисні вимірювання в державних геодезичних мережах I та II класів.
14. Методи високоточного (прецизійного) нівелювання.
15. Гіпсометрична ортометрична, аномальна, нормальна та динамічна висота.
16. Технічні характеристики високоточних нівелірів та допустимі параметри прецизійного нівелювання.

### **Індивідуальні завдання.**

1. Астрономо-геодезичні та гравіметричні відхилення прямовисних ліній.
2. Гравіметричний, астрономо-геодезичний та астрономогравіметричний методи визначення відхилення прямовисних ліній.
3. Вплив відхилень прямовисної лінії на результати геодезичних вимірювань.
4. Інтерполювання астрономо-геодезичних відхилень прямовисних ліній.
5. Визначення перевищень квазігеоїда відносно референц-еліпсоїда.
6. Астрономічне і астрономо-гравіметричне нівелювання.
7. Геопотенціальна величина.
8. Обчислення різниці нормальних висот.
9. Частота гравіметричних пунктів уздовж лінії нівелювання.
10. Геодезичні висоти.
11. Розгортання вимірювань на еліпсоїді, їх проектування нормальми.
12. Редукція базису на поверхню референц-еліпсоїда.
13. Вимоги до точності визначення прямовисних ліній та висот при редукуванні.
14. Обчислення зсувів і деформацій земної кори на основі використання GPS-методів.
15. Точність передачі координат у великих астрономо-геодезичних мережах.
16. Використання супутникових доплеровських вимірювань і радіоінтерферометрії при побудові та врівноваженні астрономогеодезичних мереж.
17. Задачі вивчення рухів земної кори.
18. Геодинамічні полігони.
19. Побудова геодезичних мереж на полігонах.
20. Програми побудови астрономо-геодезичних мереж.
21. Полігональне врівноваження геодезичної мережі I класу.
22. Врівноваження ланки триангуляції I класу.
23. Вибір систем координат при обробці локальних високоточних геодезичних мереж.

24. Використання геодезичних вимірювань для визначення координат пунктів, геодезичних дат та елементів редукції.
25. Зв'язок локальної системи координат з державною та загальноземною системами координат.

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

У навчальному процесі застосовуються лекції з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН, лабораторні заняття, самостійна та індивідуальна роботи. Основними методами навчання є інформаційнорецептивний, ілюстративний, репродуктивний, метод проблемного викладу, евристичний. Для пробудження та закріплення інтересу до знань застосовуються навчальні дискусії, аналіз прикладів з життя.

#### **4.5. Забезпечення освітнього процесу**

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.

#### **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/MSEdge;

Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Skype, Zoom, GoogleMeet, R, R-Studio, Digitals, ArcGis, AutoCAD, Geodetic Information System 6, Statistica 6.0.

Обладнання: лазерна рулетка NIVEL SYSTEMHDM-120 BC, нівелір оптичний Bosch GOL26DSET, штатив BoschBT160, рейка BoschGR500, нівелір електронний EL-32 Nivel System, рейка з баркодом TS-5Nivel System до електронного нівеліра EL-32, теодоліт електронний DT02 Nivoline, штатив алюмінієвий з швидким зажимом (кліпса) 140мм/3,3 кг ALt10 Nivoline; тахеометр електронний безвідбитковий NTS-320R, комплект GPS TrimblePR з віхою для GPS ровера; теодоліти 2TS, T15, ТБ-1, T10, 2Т30П, 2Т30П; рейки МТ-3014, нівеліри Н-3, НВ1; мірна рулетка землевпорядна Htools 27 К 52220 м; світодальномір Д-40221.

## 5. Підсумковий контроль

### *Перелік питань до заліку*

1. Предмет і завдання вищої геодезії. Зв'язок з іншими дисциплінами.
2. Елементи земного еліпсоїда.
3. Системи координат, що застосовуються в геодезії.
4. Криволінійні координати на поверхні земного еліпсоїда.
5. Обчислення довжин ліній і площ на поверхні еліпсоїда.
6. Визначення розмірів трапеції на земному еліпсоїді.
7. Сфероїдні трикутники і умови їх заміщення сферичними трикутниками.
8. Сфероїдний надлишок.
9. Способи рішення сфероїдних трикутників.
10. Геодезичні задачі і точність їх розв'язання.
11. Способи рішення прямої та зворотної геодезичних задач.
12. Системи просторових координат.
13. Пряма геодезична задача.
14. Обернена геодезична задача.
15. Застосування плоских координат в геодезії.
16. Види проєкцій еліпсоїду на площину.
17. Умови конформного зображення однієї поверхні на іншій.
18. Конформні проєкції земного еліпсоїда на площині.
19. Рівняння проєкції.
20. Зближення меридіанів.
21. Масштаб зображення.
22. Зв'язок між різними системами плоских конформних координат.
23. Сила тяжіння і рівневі поверхні Землі.
24. Геоїд і квазігеоїд.
25. Нормальна земля і фігура реальної Землі.
26. Ортометричні висоти.

27. Геодезична і нормальна висоти.
28. Аномалія висоти.
29. Динамічна висота.
30. Відхилення прямовисних ліній.
31. Поняття про редуційну задачу.
32. Вихідні геодезичні дати.
33. Редукування вимірів з фізичної поверхні Землі на поверхню відносності.
34. Високоточні геодезичні мережі та їх призначення.
35. Сучасна Державна геодезична мережа України.
36. Попередні обчислення в геодезичних мережах.
37. Проектування високоточних геодезичних мереж.
38. Априорна оцінка точності геодезичних мереж з моделюванням результатів вимірювань.
39. Погодження точності вимірювань горизонтальних напрямків, азимутів і довжин сторін в геодезичних мережах.
40. Загальні відомості про високоточні теодоліти.
41. Будова високоточного теодоліта.
42. Перевірки та дослідження високоточних теодолітів.
43. Джерела похибок при високоточних кутових вимірюваннях.
44. Рефракція світла при кутових вимірюваннях і азимутальних визначеннях.
45. Методи високоточних кутових вимірювань.
46. Нівелірні мережі. Їх призначення.
47. Сучасна нівелірна мережа України.
48. Проектування, рекогносцирування та закріплення нівелірних ліній I та II класів.
49. Гравіметричне забезпечення ліній нівелювання.
50. Будова високоточних нівелірів.
51. Інварні нівелірні рейки.
52. Перевірки та дослідження високоточних нівелірів та інварних рейок.



53. Джерела похибок при високоточному геометричному нівелюванні та методи зменшення їх впливу.
54. Методи високоточного нівелювання.
55. Попередні обчислення результатів високоточного нівелювання.
56. Тригонометричне нівелювання.
57. Джерела похибок при високоточному геометричному нівелюванні та методи зменшення їх впливу.
58. Тригонометричне нівелювання.
59. Прогнозування рухів земної поверхні.
60. Геодезичні роботи на геополігонах.

***Перелік питань підсумкового контролю (екзамен)***

1. Предмет і завдання вищої геодезії.
2. Поняття про форму та розміри Землі.
3. Елементи земного еліпсоїда.
4. Класифікація кривих на поверхні.
5. Геодезичні і астрономічні координати, відхилення виска.
6. Розв'язання геодезичних задач на поверхні земного еліпсоїда та у просторі.
7. Класифікація геодезичних мереж, їх призначення і точність.
8. Методи побудови геодезичних мереж.
9. Схема і програма побудови геодезичної сітки.
10. Порядок побудови Державної геодезичної мережі України.
11. Проектування геодезичних мереж.
12. Необхідна щільність та точність побудови опорних геодезичних мереж.
13. Геодезичні центри і знаки.
14. Сучасні геодезичні прилади.
15. Електронні тахеометри.
16. Нівеліри.
17. ГНСС приймачі.
18. Метод точної полігонометрії.
19. Комбіновані геодезичні мережі.
20. Супутникові методи високоточних геодезичних робіт.
21. Системи висот в геодезії.
22. Нівелювання.

23. Використання плоских конформних координат в геодезії.
24. Системи координат СК-42.
25. Системи координат УСК-2000.
26. Проекція Гаусса-Крюгера.
27. Геодезичні проекції і зв'язок між ними.
28. Переобчислення плоских прямокутних координат при переході між осьовими меридіанами.
29. Предмет і задачі супутникової геодезії.
30. Зв'язок з іншими дисциплінами.
31. Глобальні системи визначення місцеположення – принципи побудови та функціонування.
32. Орбіти супутників.
33. Системи відліку координат.
34. Системи відліку часу.
35. Перетворення еліпсоїдальних координат точки в декартові та навпаки.
36. Спостережувані величини в сучасних геодезичних навігаційних системах.
37. Обчислення тропосферної затримки за різними моделями.
38. Методи спостережень, обладнання.
39. Планування супутникових спостережень.
40. Робота на станції спостережень.
41. Види застосування супутникових систем на практиці.
42. Технології виконання супутникових спостережень.
43. Математичні моделі визначення місцеположення окремої точки та відносного місцеположення.
44. Обробка даних.
45. Планування геодезичної мережі згущення.
46. Перетворення координат та висот.
47. Створення локальної планової геодезичної мережі.
48. Нормативні документи, які регламентують використання геодезичних радіонавігаційних систем.
49. Вимоги до оформлення результатів супутникових спостережень.
50. Системи геодезичних параметрів Землі WGS-84, ПЗ-90, СК-42.
51. Принцип роботи систем визначення просторового положення точок.
52. Найважливіші відомості про будову глобальних навігаційних систем.
53. Основи теорії визначення положення пунктів глобальними супутниковими системами.
54. Абсолютні та відносні методи супутникового вимірювання.
55. Основні відомості про параметри орбіт супутників.

56. Загальний принцип побудови супутникових передавачів системи GPS.
57. Структурна схема геодезичного супутникового приймача.
58. Короткі відомості про роботу системи керування та опрацювання вимірів приймачем GPS.
59. Супутникові методи визначення координат.
60. Технології GPS-вимірювання.
61. Статичний метод визначення координат пунктів.
62. Параметри місії, тривалість та довжини векторів під час роботи у статичному режимі.
63. Визначення координат методом "стій/йди" ("stop and go").
64. Вибір проміжку часу та параметри місії під час спостереження у режимі "стій/йди" ("stop and go").
65. Визначення координат методом "швидкої статички".
66. Технологія псевдостатична, псевдокінематична, реокупаційна (geosurpation).
67. Робота у режимі "кінематика".
68. Робота у режимі "кінематика у польоті".
69. Технологія диференційного DGPS-вимірювання (Differential GPS).
70. Побудова державних геодезичних мереж (ДГМ) супутниковими методами.
71. Загальні відомості про побудову ДГМ супутниковими методами.
72. Системи координат, що використовуються у космічній геодезії.
73. Проектування та рекогностування просторових супутникових геодезичних мереж (СГМ).
74. Складання робочого проекту.
75. Підготування комплексу приладів до польового вимірювання.
76. Будова та технічні характеристики компактного одно частотного приймача GPS ProMark-2.
77. Підготування приймача Pro Mark-2 до роботи та виконання спостережень на геодезичному пункті.
78. Застосування режиму "стій/йди" для визначення просторових координат під час топографічного знімання місцевості.
79. Загальні відомості про опрацювання GPS-вимірів.
80. Основні джерела похибок супутникових вимірів і методи послаблення їхнього впливу
81. Класифікація джерел похибок супутникових вимірів.
82. Джерела похибок, пов'язані з неточними ефемеридами супутників та методи послаблення їх впливу.

83. Оцінка впливу зовнішнього середовища на результати супутникового вимірювання.
84. Вплив іоносфери на результати супутникового вимірювання.
85. Вплив тропосфери на результати супутникового вимірювання.
86. Багатошляховість.
87. Інструментальні джерела похибок.
88. Геометричний фактор.
89. Обґрунтування масштабу знімання.
90. Технічний проект топографогеодезичних робіт.

*Типові задачі для розв'язування*

1. Задано геодезичні координати точки  $A(B_A, L_A)$  на поверхні земного еліпсоїду. Визначити приналежність точки  $A$  знімальній трапеції масштабу 1:50000, номенклатуру та геодезичні координати рамки відповідного листа карти і розрахувати довжини сторін та площу цієї трапеції..
2. Розв'язування прямої геодезичної задачі способом допоміжної точки (спосіб Шрейбера).
3. Розв'язування прямої геодезичної задачі за формулами Гауса із середніми аргументами.
4. Розв'язування оберненої геодезичної задачі за формулами Гауса із середніми аргументами.
5. Пряма задача проекції Гауса-Крюгера (перехід з поверхні еліпсоїду на площину). Прямою задачею Гауса – Крюгера називають розв'язування завдання переходу з поверхні еліпсоїду на площину з метою визначення прямокутних координат пунктів, якщо вихідними даними є геодезичні координати  $B, L$  початкового пункту  $A$ , довжина геодезичної лінії  $s$  та азимуту  $A_{AB}$  вихідної сторони  $AB$  мережі геодезичних пунктів.

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

**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітньо-кваліфікаційний рівень **бакалавр**

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Напрямок підготовки: 193 «Геодезія та землеустрій»

Семестр **б**

Навчальна дисципліна **Вища та супутникова геодезія**

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № «0»**

1. Методи побудови географічних мереж (5 балів).
2. Нівелювання (5 балів).
3. Обґрунтування масштабу знімання (5 балів).

*Практичне завдання*

Розв'язування прямої геодезичної задачі способом допоміжної точки (спосіб Шрейбера). (25 балів)

Затверджено на засіданні  
кафедри, циклової комісії

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

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

Екзаменатор \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

**Л.М. Перович**

## 6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

### 5 семестр

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Розв'язання задач	20
2	Самостійна робота	15
3	Практичне завдання	15
4	Індивідуальна робота в аудиторії	10
5	Знання теоретичного матеріалу	10
6	Залік	30
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

### 6 семестр

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Розв'язання задач	20
2	Самостійна робота	10
3	Практичне завдання	10
4	Індивідуальна робота в аудиторії	10
5	Знання теоретичного матеріалу	10
6	Екзамен	40
	<b>Всього</b>	<b>100</b>

## 7. Рекомендовані джерела інформації

### 7.1. Основні:

1. Супутникова геодезія [Текст] : навч. посіб. / А. О. Терещенко ; Нац. авіац. ун-т. - Київ : [б. в.], 2012. - 101 с. : рис. - Бібліогр.: с. 101.
2. Староверов В.С. Вища геодезія [Текст] : навч. посібник для студ. геодезичних спец. вищ. навч. закл. України / В. С. Староверов ; Ін-т змісту і методів навчання, Київ. держ. техн. ун-т буд-ва і архіт. - К. : [б.в.], 2006. - 224 с.
3. Староверов В.С. Вища геодезія. Системи координат. Системи висот [Текст] : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підгот. 6.080101 "Геодезія, картографія та землеустрій" / Староверов В. С., Ковальов М. В. ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компрінт, 2015. - 193 с. : рис., табл.
4. Марченко О.М. Референцні системи в геодезії [Текст] : підручник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. - 243 с. : рис., табл.
5. Савчук С.Г. Вища геодезія. Підручник / Савчук С.Г. - Житомир: ЖДТУ, 2005. - 315с.
6. Євдокімов А. А. Текст лекцій з дисципліни «Електронні геодезичні прилади» (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / А. А. Євдокімов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 64 с.
7. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Ч. II. Електронні геодезичні прилади: підручник / Я.М. Костецька. — Львів: ІЗМН, 2015. — 324 с.

### 7.2. Додаткові:

1. Літнарівч Р.М. Основи вищої геодезії. Навчальний посібник для студентів денної і заочної форм навчання з спеціальності 7.07 09 04 - Землевпорядкування та кадастр, Чернігів, ЧДІСІУ, 2002, - 147с.
2. Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Треного І.С. Геодезичні прилади / Практикум: Навчальний посібник (За загальною редакцією Т.Г. Шевченка) // Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2007. - 196 с
3. Антанович К.М., Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 томах. Т.1, Т.2. Монография. ГОУ ВПО "СГГА" — М., ФГУП "Картгеоцентр", 2014.