

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра геодезії та картографії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету землевпорядкування,
д.с.н., доц.



Євсюков Т.О.

” 20__ р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні *кафедри геодезії та картографії*

Протокол № 10 від 13 травня 2021 р.

Завідувач кафедри

Ковальчук І.П.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ ТА СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

факультет землевпорядкування

(назва факультету)

Розробники: ст. викладач Ковальов М.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни
СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ ТА СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	бакалавр	
Спеціальність	193 Геодезія та землеустрій	
Освітня програма	Геодезія та землеустрій	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	4
Семестр	6	8
Лекційні заняття	30 год.	12 год.
Практичні, семінарські заняття	30 год.	6 год.
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	120 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання	4 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: теоретична і практична підготовка студентів для забезпечення одержання та належної обробки результатів сучасних геодезичних вимірювань з використанням супутникових технологій.

Завдання: вивчення загальноземних і референціальних 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

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- порядок виконання геодезичних вимірювань на фізичній поверхні Землі для спостереження ІСЗ;

- фактори впливу (зовнішнє середовище, метеорологічні умови, особливості конструкції вимірювальних приладів і т.ін.) на процес виконання вимірювань;

- технічні засоби і методику виконання геодезичних вимірювань;
- теорію руху супутників та технологію проведення спостережень за ними в геодезичних цілях;
- методику створення просторових геодезичних побудов

вміти:

- організовувати виконання розрахункових робіт щодо математичного опрацювання результатів супутникових спостережень при геодезичних вимірюваннях;

- оцінювати одержані результати вимірювань, а також їх подальшої обробки;

- розробляти методику створення космічних геодезичних мереж та використання її в практичних цілях;

- кваліфіковано розв'язувати геодезичні задачі та виконувати контроль за виконанням їх рішень;

- надавати дорадчу допомогу іншим фахівцям з приводу виконання фахових завдань.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК2 - знання та розуміння області геодезії та землеустрою

ЗК6 - здатність вчитися і бути сучасно освіченим, усвідомлювати можливість навчання впродовж життя

ЗК10 - визнання морально-етичних аспектів досліджень і необхідності інтелектуальної чесності, а також професійних кодексів поведінки

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

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

СК11. Здатність здійснювати геодезичний моніторинг земної поверхні, природних об'єктів, інженерних споруд

Результати навчання:

РН3. Доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію

РН6. Знати історію та особливості розвитку геодезії та землеустрою, їх місце в загальній системі знань про природу і суспільство

РН7. Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні професійних завдань з геодезії та землеустрою

РН8. Брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організовувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів будівництва

РН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою

РН14. Планувати складну професійну діяльність, розробляти і реалізовувати проекти у сфері геодезії та землеустрою за умов ресурсних та інших обмежень

РН15. Розробляти і приймати ефективні рішення щодо професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою, у тому числі за умов невизначеності

3. Програма та структура навчальної дисципліни
- повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог о	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
Змістовий модуль 1 «Сферична астрономія»												
1. Сферична тригонометрія	16	2	2			12						
2. Основи сферичної астрономії та небесної механіки	24	4	4			16	4	2	2			
3. Системи відліку часу	16	2	2			12						
Разом за змістовим модулем 1	56	8	8			40	4	2	2			
Змістовий модуль 2 «Основні задачі супутникової геодезії»												
4. Предмет і задачі супутникової геодезії. Її зв'язок з іншими дисциплінами	18	4	4			10	1	1				
5. Системи координат у супутниковій геодезії	24	2	2			20	3	1	2			
6. Методи та апаратура спостереження штучних супутників Землі (ШСЗ)	16	2	4			10						
Разом за змістовим модулем 2	58	8	10			40	4	2	2			
Змістовий модуль 3 «Дослідження руху супутників»												
7. Незбурений рух супутників	22	4	6			12	3	1	2			
8. Збурений рух супутників	12	2				10	1	1				
9. Геометричні задачі супутникової геодезії	12	2	2			8						
10. Динамічні задачі космічної геодезії	16	2	4			10						
Разом за змістовим модулем 3	66	14	12			40	4	2	2			
Усього годин	180	30	30			120	12	6	6			
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	180	30	30			120	12	6	6			

- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1 «Сферична астрономія»												
1. Сферична тригонометрія	16	2	2			12						
2. Основи сферичної астрономії та небесної механіки	24	4	4			16	4	2	2			
3. Системи відліку часу	16	2	2			12						
Разом за змістовим модулем 1	56	8	8			40	4	2	2			
Змістовий модуль 2 «Основні задачі супутникової геодезії»												
4. Предмет і задачі супутникової геодезії. Її зв'язок з іншими дисциплінами	18	4	4			10	1	1				
5. Системи координат у супутниковій геодезії	24	2	2			20	3	1	2			
6. Методи та апаратура спостереження штучних супутників Землі (ШСЗ)	16	2	4			10						
Разом за змістовим модулем 2	58	8	10			40	4	2	2			
Змістовий модуль 3 «Дослідження руху супутників»												
7. Незбурений рух супутників	22	4	6			12	3	1	2			
8. Збурений рух супутників	12	2				10	1	1				
9. Геометричні задачі супутникової геодезії	12	2	2			8						
10. Динамічні задачі космічної геодезії	16	2	4			10						
Разом за змістовим модулем 3	66	14	12			40	4	2	2			
Усього годин	180	30	30			120	12	6	6			
Курсовий проект (робота) з _____		-	-	-		-		-	-	-		-
(якщо є в робочому навчальному плані)												
Усього годин	180	30	30			120	12	6	6			

4. Теми семінарських занять

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

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення елементів сферичного трикутника	2
2	Перетворення координат пункту спостереження	4
3	Системи вимірювання часу	2
4	Обчислення геоцентричних координат штучного супутника Землі (ШСЗ)	6
5	Визначення екваторіальних координат ШСЗ фотографічним методом (спосіб Кісельова)	2
6	Обчислення топоцентричних екваторіальних координат по фотографічним спостереженням (спосіб Тернера)	4
7	Обчислення елементів незбуреної орбіти ШСЗ	4
8	Обчислення незбуреної ефемериди ШСЗ	4
9	Обчислення геодезичних координат пункту методом геодезичної задачі по хорді	2
	РАЗОМ	30

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Геометричні задачі супутникової геодезії полягають у наступному:	№ відповіді
визначення форми та розмірів земного еліпсоїда	1
виведення параметрів орбіти ШСЗ	2
супутник розглядається як візирна ціль	3
виведення параметрів гравітаційного поля Землі по результатах спостережень за супутниками	4
визначення взаємного положення точок в системі геодезичних або просторових координат	5

2. Коли було запущено перший штучний супутник Землі?	№ відповіді
1 вересня 1980 року	1
12 квітня 1954 року	2
9 травня 1945 року	3
11 січня 1933 року	4
4 жовтня 1957 року	5

3. Головним визначальним фактором, що впливає на рух супутника, є	№ відповіді
атмосферне тертя	1
притягання Сонця, Місяця та інших планет	2
потенціал гравітаційного поля Землі	3
світловий тиск	4
динаміка земної поверхні	5

4. Які умови виникають в космічних геодезичних побудовах?	№ відповіді
суми кутів	1
азимутальна умова	2
компланарності трьох векторів	3
полюсна умова	4
координатна умова	5

5. Як називають систему координат, початок якої розташований на поверхні Землі?	№ відповіді
Геоцентричною	1
Топоцентричною	2
Гринвіцькою	3
Екваторіальною	4
Геодезичною	5

6. Як визначається положення супутника при лазерних спостереженнях?	№ відповіді
Шляхом прив'язки до зірок у відповідній системі координат	1
Через вимірювання довжини радіус-вектора	2
За зміною відстані від станції спостереження до ШСЗ	3

Напрямок на супутник від наземного базису	4
Вимірюванням горизонтального та вертикального кутів від наземного базису на супутник	5

7. Як визначається положення супутника при радіоінтерференційних спостереженнях?	№ відповіді
Шляхом прив'язки до зірок у відповідній системі координат	1
Через вимірювання довжини радіус-вектора	2
За зміною відстані від станції спостереження до ШСЗ	3
Напрямок на супутник від наземного базису	4
Вимірюванням горизонтального та вертикального кутів від наземного базису на супутник	5

8. Які методи використовують для створення космічних геодезичних побудов?	№ відповіді
метод хорд	1
метод створних ліній	2
метод лінійних засічок	3
метод просторових кутових засічок	4
полярний метод	5

9. Як називаються складні рухи полюсу екватора?	№ відповіді
Екліптика	1
Прецесія	2
Нутація	3
Збурення	4
Інерція	5

10. Додаванням яких величин визначається положення супутника по відношенню до центру Землі в системі прямокутних координат?	№ відповіді
Топоцентричні координати пункту спостережень	1
Геоцентричні координати пункту спостережень	2
Топоцентричні координати супутника	3
Сферичні координати супутника	4
Геодезичні координати пункту спостережень	5

11. В якій послідовності виконується обчислення елементів орбіти за результатами спостережень?	№ відповіді
Нахил орбіти	1
Велика піввісь	2
Момент проходження через перицентр	3
Довгота висхідного вузла	4
Фокальний параметр	5

12. Які перетворення координат виконують при вирішенні прямої задачі супутникової геодезії? Розставити у відповідному порядку	№ відповіді
Визначення сферичних координат супутника	1
Обчислення сферичних топоцентричних координат ШСЗ	2
Обчислення інерціальних геоцентричних прямокутних координат пункту спостереження	3
Обчислення геодезичних координат пункту спостереження	4
Обчислення геоцентричних прямокутних координат ШСЗ	5
Перехід від геодезичних координат пункту спостереження до його прямокутних геоцентричних координат	6

13. Якому закону Кеплера відповідають наступні твердження?	
1. Орбітою супутника є еліпс, у фокусі якого знаходиться маса Землі	А) 1-ий
2. Відношення квадрату періоду обертання супутника до куба великої півосі його орбіти є величиною сталою	В) 2-ий
3. Секторіальна швидкість ШСЗ постійна; радіус-вектор супутника описує за рівні проміжки часу рівні площі	С) 3-ій

14. Привести у відповідність визначення наступних точок:	
1. Найвіддаленіша від Землі точка орбіти супутника	А) полюс світу
2. Найближча до Землі точка орбіти супутника	В) фокус орбіти
3. Одна з точок, відстань до яких від супутника на еліптичній орбіті постійна	С) точка весни
4. Точка перетину осі обертання Землі з небесною сферою	Д) апогей
5. Точка перетину екліптики та небесного екватору	Е) перигей

15. Які з названих елементів орбіти є:	
А) Лінійними величинами	1. Фокальний параметр
В) Кутовими величинами	2. Істинна аномалія
С) Часовими величинами	3. Довгота перицентру
	4. Велика піввісь
	5. Ексцентриситет орбіти
	6. Ексцентрична аномалія
	7. Момент проходження через перицентр
	8. Інтеграл орбіти
	9. Середній рух
	10. Динамічний інтеграл
16. Як називають площину наближеної еліптичної орбіти Землі навколо Сонця?	
17. Як називають систему координат нерухому відносно обертання Землі?	
18. Яка умова має бути забезпечена при застосуванні оптичних методів спостережень ШСЗ із станцій спостережень?	
19. Що є результатом використання доплерівських систем спостереження ШСЗ?	
20. Як називається найближча до Землі точка орбіти супутника?	

8. Методи навчання

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

9. Форми контролю

Номер змістового модуля	Розділ дисципліни	Тема лекції	Тема практичного (лабораторного) заняття	Форма контролю знань
1	Сферична астрономія	1. Сферична тригонометрія	1. Визначення елементів сферичного трикутника	1. Захист лабораторних завдань
		2. Основи сферичної астрономії та небесної механіки	2. Перетворення координат пункту спостереження	
		3. Системи відліку часу	3. Системи вимірювання часу	2. Виконання контрольної роботи
2	Основні задачі супутникової геодезії	4. Предмет і задачі супутникової геодезії. Її зв'язок з іншими дисциплінами	4. Обчислення геоцентричних координат штучного супутника Землі (ШСЗ)	1. Захист лабораторних завдань
		5. Системи координат та вимірювання часу	5. Визначення екваторіальних координат ШСЗ фотографічним методом (спосіб Кісельова)	
		6. Методи та апаратура спостереження штучних супутників Землі (ШСЗ)	6. Обчислення топоцентричних екваторіальних координат по фотографічним спостереженням (спосіб Тернера)	2. Виконання контрольної роботи
3	Дослідження руху супутників	7. Незбурений рух супутників	7. Обчислення елементів незбуреної орбіти ШСЗ	1. Захист лабораторного завдання
		8. Збурений рух супутників	8. Обчислення незбуреної ефемериди ШСЗ	
		9. Геометричні задачі супутникової геодезії	9. Обчислення геодезичних координат пункту методом геодезичної задачі по хорді	2. Виконання контрольної роботи
		10. Динамічні задачі космічної геодезії		

10. 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 введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

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

Поточний контроль			Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3					
0-100	0-100	0-100	0-70	0-10	0-10	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} \cdot K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)} \cdot K_{ЗМ}^{(n)})}{K_{Дис}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R_{ЗМ}^{(1)}, \dots, R_{ЗМ}^{(n)}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K_{ЗМ}^{(1)}, \dots, K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{Дис} = K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K_{ЗМ}^{(1)} = \dots = K_{ЗМ}^{(n)}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

11. Методичне забезпечення

1. Єгоров О.І., Староверов В.С., Нестеренко О.В., Ковальов М.В.
Супутникова геодезія / Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для

студентів спеціальності 7.070904 «Землевпорядкування та кадастр» – НУБіП України. – 2016. – 25 с..

2. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія / Методичні вказівки для самостійної роботи та виконання лабораторних робіт для студентів напряму 6.080101 - «Геодезія, картографія та землеустрій». – НУБіП України. – 2009. – 35 с.

3. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія / Конспект лекцій для студентів напряму 6.080101 - «Геодезія, картографія та землеустрій». – НУБіП України. – 2010. – 75 с.

12. Рекомендована література

1. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2007. – 480 с.

2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. – М.: Картгеоцентр, 2005. – Т. 1. – 334 с.

3. Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. и др. Космическая геодезия: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1986. – 407 с.

4. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их использование в геодезии. – М.: Картгеоцентр, 2004. – 355 с.

5. Гофман-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика. К.: Наукова думка, 1996. – 380 с.

6. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Методы теории движения искусственных небесных тел. – М.: Наука, 1983. – 287 с.

7. Єгоров О.І. Основи супутникової геодезії. Геометричні методи. – К.: КНУБіА, 2011. – 192 с.

8. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія: конспект лекцій. – К.: НУБіП України, 2010. – 74 с.

9. Марков В.І. Основи космічної геодезії: Підручник. – Кіровоград: ДЛАУ, 2002. – 236 с.

10. Черняга П.Г., Бялик І.М., Янчук Р.М. Супутникова геодезія: навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 221 с.

11. Шумаков Ф.Т. Супутникова геодезія: конспект лекцій. – Харків, ХНАМГ, 2009.

13. Інформаційні ресурси

1.