

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра геодезії, картографії та кадастру

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ М.І. Мальований

« ____ » _____ 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ І СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ»

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Освітній ступінь: _____ бакалавр

(назва освітнього ступеня)

Спеціальність: _____ 193 «Геодезія та землеустрій»

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація: _____

(назва спеціалізації)

Факультет: _____ лісового і садово-паркового господарства

(назва факультету, на якому вивчається дисципліна)

Робоча програма з дисципліни «СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ І СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ»

(назва навчальної дисципліни)

для здобувачів вищої освіти спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», Умань: Уманський НУС, 2019. - 14 с.

Розробники: Кононенко Сергій Іванович, старший викладач

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

_____ *(підпис)*

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії) геодезії, картографії та кадастру

Протокол від « » вересня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____

(підпис)

проф. Кисельов Ю. О.

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства

Протокол від. « 5 » вересня 2019 року № 1

« » _____ 20 року Голова _____

(підпис)

(М. В. Шемякін)

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань <u>19 «Архітектура та будівництво»</u> <i>(шифр і назва)</i>	<u>обов'язкова</u>	
Модулів – 2	Спеціальність <u>193 – «Геодезія та землеустрій»</u> <i>(шифр і назва)</i>	Рік підготовки:	
Змістових модулів –		2019	2020
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <i>(назва)</i>		Семестр	
Загальна кількість годин - 240		5-й	6-й
Тижневих годин для денної форми навчання: 8 аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		16 год.	36 год.
		Практичні, семінарські	
		28 год.	32 год.
		Лабораторні	
		год.	год.
		Самостійна робота	
		50 год.	78 год.
Індивідуальні завдання: год.			
Вид контролю:			
залік	екзамен		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 46,7% до 53,3%

для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни “Супутникова геодезія та сферична астрономія” є формування знань, вмінь та навичок студентів, по сучасних методах, способах використання космічної техніки для вирішення геодезичних завдань.

Предметом навчальної дисципліни є:

- **сферична астрономія** – системи координат та часу, математичні методи визначення видимих положень небесних світил, методи визначення астрономічних координат пунктів спостереження та астрономічних азимутів напрямків;

- **супутникова геодезія** – основи теорії орбітального руху штучних супутників Землі, способи оптичних та радіотехнічних спостережень, будова та функціонування глобальних навігаційних супутникових систем, координатні системи відліку, використання астрономічних та супутникових спостережень для побудови державної геодезичної мережі та проведення топографо-геодезичних і земельно-кадастрових знімачь.

Основними завданнями вивчення дисципліни є набуття студентами теоретичних знань щодо процесів та явищ функціонування супутникової системи для вирішування практичних завдань геодезичного напрямку та задач моніторингу і навігації транспортних засобів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати - структуру супутникової геодезичної системи та характеристики її основних елементів. Завдання, розв'язувані супутниковою геодезією. Способи та методи супутникових вимірів.

вміти - перетворювати геодезичні координати пункту в геоцентричну систему; визначати топоцентричні прямокутні координати супутника; визначати геоцентричні прямокутні і сферичні координати супутника; обчислювати збурення викликані дією Місяця і Сонця; обчислювати збурення викликані дією геопотенціалу Землі; обчислювати елементи орбіти, які характеризують форму і розмір орбіти.

Компетентності, якими має оволодіти студент в процесі вивчення дисципліни:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у галузі геодезії та землеустрою або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій, положень і методів відповідної науки і характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;
- знання та розуміння області геодезії та землеустрою;
- здатність спілкуватися рідною мовою як усно так і письмово;
- здатність спілкуватися іншою мовою за спеціальністю геодезія та землеустрій;
- здатність використання інформаційних технологій;
- здатність вчитися і бути сучасно освіченим;
- здатність працювати як самостійно, так і в команді.

Професійні (фахові) компетентності:

- здатність показувати знання і розуміння основних теорій, методів, принципів, технологій і методик в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність показувати базові знання із суміжних, вміння використовувати їх теорії, принципи та технічні підходи;
- здатність використовувати знання з загальних інженерних наук у навчанні та професійній діяльності, вміння використовувати їх теорії, принципи та технічні підходи;
- здатність виконувати професійні обов'язки в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність вибирати методи, засоби та обладнання з метою здійснення професійної діяльності в галузі геодезії і землеустрою;
- здатність проводити польові, дистанційні і камеральні дослідження в галузі геодезії та землеустрою;
- здатність вміти використовувати сучасне геодезичне, навігаційне, геоінформаційне та фотограмметричне програмне забезпечення та обладнання;
- здатність самостійно збирати, обробляти, моделювати та аналізувати геопросторові дані у польових та камеральних умовах;
- здатність агрегувати польові, камеральні та дистанційні дані на теоретичній основі з метою синтезування нових знань у сфері геодезії та землеустрою;
- здатність розробляти проекти і програми, організовувати та планувати польові роботи, готувати технічні звіти та оформлювати результати польових, камеральних та дистанційних досліджень в геодезії та землеустрої;
- здатність вирішувати прикладні наукові та технічні завдання в галузі геодезії та землеустрою у відповідності до спеціальності.

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни:



3. Програма навчальної дисципліни

Вступ

Предмет і завдання навчальної дисципліни “Супутникова геодезія та сферична астрономія”, її місце серед інших геодезичних навчальних дисциплін. Наукові та практичні завдання дисципліни, її зв'язки з іншими науками про Землю. Відомості з історії розвитку сферичної астрономії, супутникової геодезії та глобальних навігаційних систем.

МОДУЛЬ 1. СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ

1.1. Системи сферичних координат

Небесна сфера. Основні точки та лінії небесної сфери. Сферичні координати. Горизонтна система координат. Екваторіальні системи координат. Астрономічна система координат. Зв'язок між астрономічною та небесними системами координат.

1.2. Добове обертання небесної сфери

Добовий рух світил. Кульмінація, сходження та заходження світил. Проходження світил через перший вертикал. Паралактичний трикутник. Елонгація світил. Ефемериди Полярної зірки. Диференціальні зміни зенітних відстаней та азимутів світил.

1.3. Системи відліку часу

Загальні поняття про виміри часу в астрономії. Системи зоряного та сонячного часу. Нерівномірність обертання Землі. Ефемеридний час. Системи динамічного та атомного часу. Поясний та декретний час. Перетворення систем відліку часу.

1.4. Фактори, що викликають зміну координат світил

Загальні відомості. Астрономічна рефракція, аберація, добовий паралакс, річний паралакс, прецесія, нутація, власний рух зірок, рух полюсів Землі та їх вплив на координати світил. Зоряні каталоги, альманахи.

1.5. Визначення астрономічних координат та азимутів

Загальні принципи визначення широти, довготи та азимута з астрономічних спостережень. Визначення широти пункту спостереження та поправки годинника. Визначення різниці довгот. Визначення азимута земного предмета. Організація астрономічних спостережень. Опрацювання результатів спостережень.

МОДУЛЬ 2. СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ

2.1. Координатні системи відліку

Поняття про координатні системи відліку та системи координат (ITRF-2000, WGS-84, ПЗ-90, СК-42, СК-63, УСК-2000). Геодезична та просторова прямокутна системи координат. Інерційна та земна системи координат. Зв'язок між системами координат. Трансформування координат з однієї системи в іншу (способи Гельмерта та Молоденьського).

2.2. Теорія руху штучного супутника Землі

Центральне поле тяжіння. Орбітальний рух, закони Кеплера. Параметри кеплерової орбіти. Елементи орбіти штучного супутника Землі. Диференціальні рівняння руху штучного супутника Землі. Збурений рух штучного супутника Землі. Основні фактори, що викликають збурений рух штучного супутника Землі. Збурюючий геопотенціал. Вплив полярного стиснення Землі. Ефемериди супутників. Обчислення траєкторії штучного супутника Землі. Методи спостережень супутників. Основне рівняння супутникової геодезії.

2.3. Глобальні навігаційні супутникові системи

Основні принципи побудови глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS). Будова та функціонування навігаційних системи GPS NAVSTAR та ГЛОНАСС. Способи обмеження точності та доступності до GNSS. Величини, що вимірюються, та їх точність. Оптимальне розташування супутників під час GPS-спостережень.

2.4. GPS-спостереження

Моделі визначення координат пунктів за результатами GPS-спостережень. Методи GPS-спостережень. Основні рівняння абсолютних та відносних спостережень. Точність GPS-спостережень. Проектування GPS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості. Комп'ютерна обробка GPS-спостережень. Організація робіт під час створення та згущення геодезичних мереж за допомогою GPS-приймачів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	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
МОДУЛЬ 1. СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ												
Вступ	4	2				2						
1. Системи сферичних координат	16	4	4			8						
2. Добове обертання небесної сфери	12	4	2			6						
3. Системи відліку часу	10	2	2			6						
4. Фактори, що викликають зміну координат світил	10	2	2			6						
5. Визначення астрономічних координат та азимутів	42	2	18			22						
<i>Разом за 1 модуль (I семестр)</i>	94	16	28			50						
МОДУЛЬ 2. СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ												
6. Координатні системи відліку	14	6				8						
7. Теорія руху штучного супутника Землі	22	10				12						
8. Глобальні навігаційні супутникові системи	40	10	8			22						
9. GPS-спостереження	70	10	24			36						
<i>Разом за 2 модуль (II семестр)</i>	146	36	32			78						
<i>Разом годин</i>	240	52	60			128						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
МОДУЛЬ 1. СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ		
1	ПР 1. Ознайомлення з системами координат	4
2	ПР 2. Переобчислення координат	2
3	ПР 3. Вивчення добового руху небесної сфери	2
4	ПР 4. Ознайомлення із системами часу	2
5	ПР 5. Визначення астрономічних азимутів	4
6	ПР 6. Астрономічне визначення координат точок	14
	<i>Разом за 1 модуль (семестр)</i>	28
МОДУЛЬ 2. СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ		
7	ПР 7. Перетворення супутникових координат	4
8	ПР 8. Робота із GPS обладнанням і програмним забезпеченням.	4
9	ПР 9. Формування файлу помилок супутникової мережі	8
10	ПР 10. Складання проекту супутникової мережі	8
11	ПР 11. Оцінка точності супутникової геодезичної мережі	8
	<i>Разом за 2 модуль (семестр)</i>	32
	<i>Разом</i>	60

6. Самостійна робота

Тема	Годин
1. Наукові та практичні завдання дисципліни, її зв'язки з іншими науками про Землю.	4
2. Відомості з історії розвитку сферичної астрономії, супутникової геодезії.	4
3. Визначення різниці довгот.	4
4. Визначення азимута земного предмета.	4
5. Організація астрономічних спостережень.	4
6. Опрацювання результатів спостережень.	4
7. Походження та розвиток глобальних навігаційних систем.	4
8. Астрономічна система координат.	4
9. Зв'язок між астрономічною та небесними системами координат.	4
10. Ефемериди небесних тіл.	4
11. Диференціальні зміни зенітних відстаней та азимутів світил.	4
12. Перетворення систем відліку часу.	4
13. Зоряні каталоги, альманахи.	4
14. Організація астрономічних спостережень.	4
15. Опрацювання результатів астрономічних спостережень азимута.	4
16. Інерційна та земна системи координат.	4

17. Трансформування координат з однієї системи в іншу способом Гельмерта.	4
18. Трансформування координат з однієї системи в іншу способом Молоденьського.	4
19. Комп'ютерні програми для трансформування координат з однієї системи в іншу.	4
20. Диференціальні рівняння руху штучного супутника Землі.	4
21. Основні фактори, що викликають збурений рух штучного супутника Землі.	4
22. Збурюючий геопотенціал.	4
23. Вплив полярного стиснення Землі.	4
24. Ефемериди супутників.	4
25. Обчислення траси штучного супутника Землі.	4
26. Методи спостережень супутників.	4
27. Оптимальне розташування супутників під час GPS-спостережень.	4
28. Моделі визначення координат пунктів за результатами GPS-спостережень.	4
29. Основні рівняння абсолютних та відносних спостережень.	4
30. Проектування GPS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості.	4
31. Комп'ютерна обробка GPS-спостережень.	4
32. Організація робіт під час створення та згущення геодезичних мереж за допомогою GPS-приймачів.	4
РАЗОМ	128

7. Методи навчання

Навчальна дисципліна викладається на основі технологічного підходу до навчання. Він передбачає виклад теоретичного матеріалу на лекціях, який добре ілюструється за допомогою мультимедійних пристроїв, виконання лабораторних робіт за допомогою сучасного електронного геодезичного обладнання. Декілька лабораторних робіт буде виконуватися на місцевості, а саме - роботи з геодезичним обладнанням.

Самостійна робота студентів здійснюється з використанням технологій дистанційного 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.

4. Засоби діагностики успішності навчання використовують для підсумкової експертизи знань і базуються на технології стандартизованого тестового контролю. Комплект базових тестових завдань з навчальної дисципліни.

8. Методи контролю

Методи контролю: поточне тестування, самостійні роботи (у вигляді реферату, розрахунково-графічної роботи). Для проведення екзамену з дисципліни сформовано 30 варіантів тестових завдань. На кожне теоретичне питання передбачено по 3 варіанти відповідей.

Контрольні питання:

1. Основні точки та лінії небесної сфери.
2. Сферичні координати.
3. Горизонтальна система координат.
4. Екваторіальні системи небесних координат.
5. Зв'язок між системами небесних координат.
6. Система географічних координат (астрономічна, геодезична і геоцентрична широти).
7. Зв'язок між географічною та небесними системами координат.
8. Добовий рух світил.
9. Кульмінація світил.
10. Схід і захід світил.
11. Проходження світил через перший вертикал.
12. Паралактичний трикутник.
13. Елонгація світил.
14. Ефемерида Полярної зірки.
15. Диференціальні зміни зенітних відстаней та азимутів світил.
16. Системи зоряного та сонячного часу.
17. Нерівномірність обертання Землі.
18. Система динамічного часу (ефемеридний час).
19. Система атомного часу.
20. Всесвітній координований час UTC.
21. Міжнародна Служба Обертання Землі (IERS).
22. Поясний та декретний час.
23. Перетворення систем відліку часу. Юліанські дні (JD і MJD).
24. Предмет і завдання навчальної дисципліни “Супутникова геодезія та сферична астрономія”.
25. Історія розвитку супутникових радіонавігаційних систем.
26. Загальні принципи визначення широти, довготи та азимута з астрономічних спостережень.
27. Визначення широти пункту спостереження та поправки годинника. Визначення різниці довгот.
28. Визначення азимуту земного предмета.
29. Системи відліку та системи координат (ITRF-2005, ETRF-89, WGS-84, ПЗ-90, СК-42, СК-63, УСК-2000).
30. Геодезична та просторова прямокутна системи координат.

31. Інерціальна і земна системи координат.
32. Геоцентрична, локальна і топоцентрична системи координат.
33. Трансформування координат з однієї системи в іншу способом Гельмерта.
34. Трансформування координат з однієї системи в іншу способом Молоденського.
35. Центральне поле тяжіння.
36. Орбітальний рух, закони Кеплера.
37. Параметри кеплерової орбіти.
38. Елементи орбіти штучного супутника Землі, їх зв'язок з інерціальною системою координат.
39. Збурений рух штучного супутника Землі. Основні фактори, що викликають збурений рух штучного супутника Землі.
40. Збурюючий геопотенціал. Вплив полярного стиснення Землі.
41. Ефемериди супутників, їх призначення.
42. Обчислення траси штучного супутника Землі.
43. Методи спостережень супутників.
44. Основне рівняння супутникової геодезії.
45. Методи супутникової геодезії.
46. Поняття про визначення параметрів за результатами супутникових вимірів.
47. Основні принципи побудови глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS).
48. Будова та функціонування навігаційних системи GPS NAVSTAR.
49. Будова та функціонування навігаційних системи ГЛОНАСС.
50. Способи обмеження точності та доступності до GPS.
51. Величини, що вимірюються, їх точність та джерела похибок.
52. Оптимальне розташування супутників під час GPS-спостережень.
53. Методи GPS-спостережень.
54. Точність GPS-спостережень.
55. Моделі визначення координат пунктів за результатами GPS-спостережень.
56. Проектування GPS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості.
57. Етапи опрацювання та пакети комп'ютерних програм для обробки GPS-спостережень.
58. Використання методу DGPS і спостережень мереж активних референціальних станцій.
59. Сутність методу «віртуальна референціальна станція».
60. Організація робіт при створенні та згущенні геодезичних мереж за допомогою GPS-приймачів.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	30	100

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			
20	20	20	20	20	10	20	20	20			
100					70						

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Критерії оцінки знань студентів на заліку

- „Зараховано” отримує студент, який набрав не менш ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- „Не зараховано” отримує студент, який набрав менше ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- До заліку не допускається студент, який набрав менше ніж 50 балів за навчальну роботу протягом семестру, не виконав і не здав всіх практичних робіт, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

Зразки графічних робіт і методичні вказівки з їх виконання. Глобус «Небесна сфера». Карти зоряного неба. Макет «Основні точки і лінії небесної сфери». Методичні вказівки «Робочій зошит для практичних робіт з дисципліни «Супутникова геодезія і сферична астрономія»».

11. Рекомендована література

Базова

1. Белова Н. А. Курс сферической астрономии / Н. А. Белова. – М. : Недра, 1971. – 183 с.

2. Блажко С. Н. Курс практической астрономии / С. Н. Блажко. – М. : Недра, 1979. – 432 с.
3. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): теорія і практика / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз. – К. : Наук. думка, 1996. – 391 с.
4. Зданович В. Г. Высшая геодезия / В. Г. Зданович. – М. : Недра, 1961. – 607 с.
5. Островський А. Л. Геодезія / [А. Л. Островський, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський] ; за заг. ред. А. Л. Островського. – Львів : Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2008. – Ч.2. – 564 с.

Додаткова

1. Баранов В. Н. и др. Космическая геодезия / В. Н. Баранов. – М. : Недра, 1986. – 408 с.
2. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. – Львів : Євросвіт, 2001. – 668 с.
3. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999. – N 5-6. – С.46.
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. – К., 1999. – 155 с.
5. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Електронні геодезичні прилади / Я. М. Костецька. – Львів, 2000. – Ч.2.– 320 с.
6. Основні положення створення державної геодезичної мережі України / Постанова Кабінету Міністрів України від 08.06.1998 № 844. – 14 с.
7. Положення про порядок встановлення місцевих систем координат / Постанова Мінекоресурсів України від 03.07.2001 № 245. – 14 с.
8. Про склад вихідної інформації інвентаризації земель у населених пунктах (кадастровий землеустрій) / Вказівка Держкомзему України від 25. 09. 1997 № 50 // Землевпорядний вісник. – 1988. – № 2. – С. 32.
9. Світова геодезична система координат WGS-84. Основні положення. Зв'язок з іншими геодезичними системами / Постанова Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.12.2001 № 467. – 35 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт ООО «НПК ЕВРОПРОМСЕРВИС», офіційного ділера компанії *SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT* . URL: <http://www.eps.com.ua/>
2. Сайт ООО НПП «Навигационно-геодезический центр», офіційного ділера компанії *Leica Geosystems*. URL: <http://ngc-geo.com.ua/>.
3. Сайт компанії «Укргеопроект». URL: <http://ukrgeo.com.ua/>.
4. Астрономічний календар. URL: <http://astronet.ru>