

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

В.В. Павліков

(ініціали та прізвище)

« 29 » 08 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Радіотехнічні системи дистанційного зондування

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Радіотехнічні системи дистанційного зондування»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»
« 28 » 06 2019 р., – 12 с.

Розробники: Горбуненко О.А., доцент, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №501 аерокосмічних
радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 11/18-19 від «27» серпня 2019 р.

Завідувач кафедри к.т.н.
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни
«Радіотехнічні системи дистанційного зондування»
(назва дисципліни)

Найменування показників		Галузь знань, спеціальність освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5		Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і назва)	Цикл професійної підготовки (за вибором)
Кількість модулів – 1			Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2			
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Спеціальність <u>172 «Радіотехніка та телекомунікації»</u>	2019/2020
			Семестр
			8-й
Загальна кількість годин – 135 денна – кількість годин аудиторних занять*) - 66/ загальна кількість годин - 135		Освітня програма <u>«Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»</u>	Лекції¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:			24 год.
Семестр 8			Практичні¹⁾
аудиторних – 5,5 год.	самост. роботи студента- 5,8 год.		24 год.
			Лабораторні¹⁾
		18 год.	
		Самостійна робота	
		69 год.	
		Вид контролю	
		модульний контроль, іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 66/69.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у студентів знань про призначення та принципи побудови систем дистанційного зондування поверхні Землі та її атмосфери, а також поверхонь і атмосфери інших планет з аерокосмічних носіїв; про види сигналів, які використовуються у відповідних системах; засвоєння методів активного та пасивного дистанційного зондування, а також методів оцінювання електрофізичних та геометричних параметрів поверхонь, за допомогою яких вирішуються задачі дослідження природних ресурсів Землі, екологічний контроль стану поверхонь, льодова розвідка і т.ін.

Завдання: вивчення процесів та теоретичних закономірностей, які складають основу побудови сучасних пристроїв дистанційного зондування поверхонь.

Результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- призначення систем РТС ДЗ в загальному комплексі радіотехнічних систем аерокосмічного зондування;
- класифікацію та принципи побудови систем дистанційного зондування;
- фізичні основи взаємодії радіохвиль з поверхнею розподілу двох середовищ;
- фізику власного радіотеплового випромінювання вивчаємого середовища;
- електрофізичні моделі поверхонь і атмосфер для розсіяного і власного випромінювання;
- основні фізичні співвідношення і принципи, які дозволяють одержати необхідну інформацію про стан зондуємого середовища;
- методи активного дистанційного зондування, методи обзора поверхонь і атмосфер;
- структурні схеми радіолокаційних станцій бічного огляду, радіолокаційних станцій з синтезованою апертурою;
- методи оцінок параметрів вивчаємих середовищ з позиції теорії оптимального радіоприйому сигналів і теорії статистичних рішень;
- методи пасивного радіолокаційного зондування;
- структурні схеми радіометрів та радіотеплолокаторів;

вміти:

- використатися методикою статистичного синтезу дистанційного зондування;
- використатися методикою розробки алгоритмів оптимального оцінювання діелектричних і геометричних параметрів вивчаємих середовищ;
- оцінювати якісні показники засобів дистанційного зондування поверхні Землі;
- визначати приємлемі умови проведення аерокосмічних експериментів.

мати уявлення: про сучасні аерокосмічні системи активного та пасивного моніторингу природних середовищ; про значення та діапазон використання різноманітних засобів дистанційного зондування.

Міждисциплінарні зв'язки: “Основи теорії кіл”, “Сигнали та процеси в радіотехніці”, “Цифрова обробка сигналів” “Пристрої генерування та формування сигналів”, “Пристрої приймання та обробки сигналів”, “Основи теорії передачі інформації”

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль № 1. Теоретичні основи активного дистанційного зондування.

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Радіотехнічні системи дистанційного зондування».

Предмет вивчення, цілі та завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Загальна характеристика систем дистанційного зондування.

ТЕМА 2. Загальні визначення та класифікація систем дистанційного зондування.

Предмет і задачі курсу. Значення використання засобів дистанційного зондування для вирішення комплексу народногосподарських задач. Класи систем дистанційного зондування. Схеми проведення аерокосмічних експериментів. Задачі дистанційного зондування.

ТЕМА 3. Модель РТС дистанційного зондування.

Загальна модель РТС. Модель РТС ДЗ. Поняття про параметри, характеристики та якісні показники РТС ДЗ. Класифікація РТС здобування інформації. Особливості РТС зондування.

ТЕМА 4. Основні закономірності розсіювання радіохвиль земною поверхнею.

Взаємодія радіохвиль з земною поверхнею. Схеми фізичних експериментів. Основні співвідношення.

ТЕМА 5. Загальні відомості про електродинамічні моделі поверхонь.

Модель плоскої поверхні. Модель дрібномасштабної поверхні. Модель крупномасштабної поверхні. Комбіновані моделі. Регресійні моделі

ТЕМА 6. Основні фізичні співвідношення, принципи та поняття, які дозволяють описувати розсіяння поля.

Поняття поляризації. Принцип Гюйгенса. Скалярна та векторні формули Кірхгофа. Граничні умови. Зв'язок характеристик розсіяних полів з електрофізичними, геометричними і статистичними характеристиками поверхні.

ТЕМА 7. Енергетичні характеристики розсіяного випромінювання.

Ефективна поверхня розсіювання. Питома ефективна поверхня розсіювання. Потужність прийнятого сигналу. Напруженість поля у точці прийому та напруженість падаючого поля.

ТЕМА 8. Електродинамічна модель плоскої поверхні.

Основні закономірності відбиття радіохвиль плоскою поверхнею. Основні характеристики такої поверхні, які характеризують розсіяне та власне радіотеплове випромінювання. Коефіцієнти Френеля. Зони Френеля.

ТЕМА 9. Електродинамічна модель дрібномасштабної поверхні.

Умови наближення малих збурень. Визначення приймаємого поля. Коефіцієнти, які характеризують розсіяне поле.

ТЕМА 10. Електродинамічна модель крупномасштабної поверхні.

Наближення Кірхгофа. Основні закономірності відбиття радіохвиль крупномасштабною поверхнею. Визначення поля в точці прийому. Ефективна поверхня розсіювання. Питома ЕПР.

ТЕМА 11. Радіолокаційні станції бокового огляду.

Принцип дії РЛС бічного огляду. Побудова зображень в РЛС бічного огляду. Структурна схема РЛС БО та її принцип дії. Розрізняюча здатність. Некогерентна обробка сигналів.

ТЕМА 12. Радіолокаційна станція з синтезуванням апертури.

Принцип синтезування апертури. Структурна схема РСА та її принцип дії. Ефект Доплера. Синтез апертури як оптимальна обробка сигналів. Когерентна обробка сигналів. Основні свойства синтезованої апертури.

ТЕМА 13. Моделі сигналів при активному дистанційному зондуванні.

Моделі зондуючих сигналів. Моделі сигналів, відбитих від поверхні.

ТЕМА 14. Метод комплексних огинаючих.

Суть метода комплексних огинаючих. Функція невизначеності. Вихідний ефект РСА.

ТЕМА 15. Структура процесора РСА.

Спрощена структура процесора РСА. Структурна схема одного інтегратора на основі нерекурсивного фільтра.

Модульний контроль

Змістовний модуль № 2. Теоретичні основи пасивного дистанційного зондування.

ТЕМА 16. Енергетичні характеристики радіотеплового випромінювання поверхонь.

Щільність та спектральна щільність випромінювання. Сила та спектральна сила випромінювання. Яскравість та спектральна яскравість випромінювання. Щільність та спектральна щільність потужності випромінювання. Коефіцієнт інтегрального відображення. Формула Релея-Джинса.

ТЕМА 17. Моделі сигналів при пасивному дистанційному зондуванні.

Моделі сигналів власного радіотеплового випромінювання поверхонь. Статистичні характеристики теплового випромінювання.

ТЕМА 18. Приймачі власного радіотеплового випромінювання.

Структурна схема та принцип дії радіометра. Типи радіометрів.

ТЕМА 29. Пасивне зондування атмосфери.

Пасивне зондування атмосфери Землі і інших планет Сонячної системи. Основні етапи розвитку. Загальні відомості.

ТЕМА 20. Заключення.

Перспективи розвитку та використання засобів активного та пасивного зондування при вирішенні різноманітних задач народного господарства, вивчення природних ресурсів, екологічного контролю та охорони навколишнього середовища.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи активного дистанційного зондування					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни	2	1			1
Тема 2. Загальні визначення та класифікація систем дистанційного зондування	5	1			4
Тема 3. Модель РТС дистанційного зондування	5	1			4
Тема 4. Основні закономірності розсіювання радіохвиль земною поверхнею	9	1	4		4
Тема 5. Загальні відомості про електродинамічні моделі поверхонь	5	1			4

Тема 6. Основні фізичні співвідношення, принципи та поняття, які дозволяють описувати розсіянні поля	9	1	4		4
Тема 7. Енергетичні характеристики розсіяного випромінювання	6	1	2		3
Тема 8. Електродинамічна модель плоскої поверхні	12	1	2	6	3
Тема 9. Електродинамічна модель дрібномасштабної поверхні	10	1	2	4	3
Тема 10. Електродинамічна модель крупномасштабної поверхні.	10	1	2	4	3
Тема 11. Радіолокація станція бокового огляду	6	2			4
Тема 12. Радіолокація станція з синтезуванням апертури	6	2			4
Тема 13. Моделі сигналів при активному дистанційному зондуванні	7	1	2		4
Тема 14. Метод комплексних огинаючих	5	1			4
Тема 15. Спрощена структура процесора РСА	5	1			4
Разом за змістовим модулем 1	101	17	18	14	52
Змістовий модуль 2. Теоретичні основи пасивного дистанційного зондування					
Тема 16. Енергетичні характеристики радіотеплового випромінювання поверхонь	11	1	4	2	4
Тема 17. Моделі сигналів при пасивному дистанційному зондуванні	10	2	2	2	4
Тема 18. Приймачі власного радіотеплового випромінювання	6	2			4
Тема 19. Пасивне зондування атмосфери	5	1			4
Тема 20. Заключення	2	1			1
Разом за змістовим модулем 2	34	7	6	4	17
Контрольний захід					
Усього годин за предметом	135	24	24	18	69

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Розглядаються питання розрахунку максимальної прийнятої потужності	4
2	Розглядаються питання розрахунку прийнятого сигналу	4
3	Розглядаються питання розрахунку максимальної дальності радіозв'язку	4
4	Розглядаються питання розрахунку максимальної дальності дії радіолокатора у вільному просторі.	4
5	Рішення задач по визначенню ЕПР різних об'єктів.	4
6	Рішення задач по визначенню спектральних щільностей випромінювання, яркісних температур.	4
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження поведження коефіцієнтів Френеля. Розглядаються питання побудови в середовищі MathCad графіків залежностей коефіцієнтів Френеля від кутів зондування при різних значеннях реальної і мнимі частин комплексної діелектричної проникності для різних видів поверхонь.	6
2	Дослідження поведження коефіцієнтів відображення від дрібномасштабної поверхні. Розглядаються питання побудови в середовищі MathCad графіків залежностей коефіцієнтів відображення від дрібномасштабної поверхні від кутів зондування при різних значеннях реальної і мнимі частин комплексної діелектричної проникності для різних видів поверхонь.	6
3	Дослідження характеристик власного радіотеплового випромінювання поверхонь. Розглядаються питання побудови в середовищі MathCad графіків залежностей радіояскравісної температури і діелектричної проникності від кутів зондування в залежності від різних значень товщини слою.	6
	Разом	18

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до навчальної дисципліни	1
2	Загальні визначення та класифікація систем дистанційного зондування	4
3	Модель РТС дистанційного зондування	4
4	Основні закономірності розсіювання радіохвиль земною поверхнею	4
5	Загальні відомості про електродинамічні моделі поверхонь	4
6	Основні фізичні співвідношення, принципи та поняття, які дозволяють описувати розсіянні поля	4
7	Енергетичні характеристики розсіяного випромінювання	3
8	Електродинамічна модель плоскої поверхні	3
9	Електродинамічна модель дрібномасштабної поверхні	3
10	Електродинамічна модель крупномасштабної поверхні.	3
11	Радіолокаційна станція бокового огляду	4
12	Радіолокаційна станція з синтезуванням апертури	4
13	Моделі сигналів при активному дистанційному зондуванні	4
14	Метод комплексних огинаючих	4
15	Спрощена структура процесора РСА	4
16	Енергетичні характеристики радіотеплового випромінювання поверхонь	4
17	Моделі сигналів при пасивному дистанційному зондуванні	4
18	Приймачі власного радіотеплового випромінювання	4
19	Пасивне зондування атмосфери	4
20	Заклучення	1
	Разом	69

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

1.2.1 Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	1	6	6
Робота на практичних заняттях	2	6	12
Виконання і захист лабораторних робіт	2	3	6
Модульний контроль	26	1	26
Модуль 2			
Робота на лекціях	1	6	6
Робота на практичних заняттях	1	6	6
Виконання і захист лабораторних робіт	2	6	12
Модульний контроль	26	1	26
Усього за семестр			100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань. Максимум балів за кожне теоретичне питання – 50.

1.2.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- призначення систем РТС ДЗ в загальному комплексі радіотехнічних систем аерокосмічного зондування;
- класифікацію та принципи побудови систем дистанційного зондування;
- фізичні основи взаємодії радіохвиль з поверхнею розподілу двох середовищ;
- фізику власного радіотеплового випромінювання вивчаемого середовища;
- електрофізичні моделі поверхонь і атмосфер для розсіяного і власного випромінювання;
- основні фізичні співвідношення і принципи, які дозволяють одержати необхідну інформацію про стан зондуемого середовища;
- методи активного дистанційного зондування, методи обзора поверхонь і атмосфер;
- структурні схеми радіолокаційних станцій

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- використатися методикою статистичного синтезу дистанційного зондування;
- використатися методикою розробки алгоритмів оптимального оцінювання діелектричних і геометричних параметрів вивчаємих середовищ;
- оцінювати якісні показники засобів дистанційного зондування поверхні Землі;
- визначати прийемлемі умови проведення аерокосмічних експериментів.

1.2.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати основи роботи систем дистанційного зондування. Мати знання і розуміння основних положень.

Добре (75-89). Твердо володіти мінімумом знань, виконати усі завдання в обумовлений викладачем строк. Відпрацювати всі практичні завдання. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати структуру та характеристики систем РТСДЗ.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Відпрацювати всі практичні заняття, які було запропоновано. Вміти використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у різних ситуаціях, переконливо аргументувати свої відповіді на запитання з дисципліни. Вміти реалізовувати основні алгоритми на ЕОМ.

Шкала оцінювання: бальна та традиційна

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Волосюк В.К. Статистические методы оценивания параметров электродинамических моделей земной поверхности при дистанционном зондировании. Харьков, ХАИ, 1991, 112 с.
2. Волосюк В.К. Физические основы дистанционного зондирования природных сред радиотехническими средствами аэрокосмического базирования. Харьков, ХАИ, 1997, 97 с.
3. Волосюк В.К. Теоретические основы пассивного дистанционного зондирования природных сред с аэрокосмических летательных аппаратов. Харьков, ХАИ, 1997, 83 с.
4. Фалькович С.Е., Волосюк В.К., Горбуненко О.А. Радиотехнические системы дистанционного зондирования. Харьков, ХАИ, 2002, 157 с.
5. Волосюк В.К. Оптимизация радиотехнических измерений электрофизических параметров и статистических характеристик природных сред при активном аэрокосмическом дистанционном зондировании. Харьков, ХАИ, 2001, 93 с.
6. Волосюк В.К. Комплексование активных и пассивных радиолокационных систем дистанционного зондирования. Харьков, ХАИ, 2001, 43 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Черногор Л.Ф. Дистанционное зондирование атмосферы и космоса. Уч. пособие. Харьков: ХНУ, 2009, 498 с.
2. Рис У. Основы дистанционного зондирования. Москва: Техносфера, 2006, 336 с.
3. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Москва: Радиотехника, 2005, 368 с.
4. Радиолокационные методы исследования Земли / Под ред. Ю.А. Мельника. М.: Сов. радио, 1980.

Допоміжна

1. Богородицкий В.В., Козлов А.И., Тучков Л.Т. Радиотепловое излучение земных покровов. Л.: Гидрометеоздат, 1977, 224 с.
2. Черный Ф.Б. Распространение радиоволн. М.: Сов. радио, 1962, 480 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://library.khai.edu>