

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

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем» (№501)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри програми
В.В. Павліков
(підпис) (ініціали та прізвище)
«20» 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програмовані системи передачі, прийому та обробки сигналів
(назва навчальної дисципліни)

Галузі 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 спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Шульгін В.І., професор каф. 501, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №501 аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/20-21 « 25 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 “Електроніка та телекомунікації”</u> (шифр і найменування)	Обов'язкова
Кількість модулів –		Навчальний рік:
Змістовних модулів – 3		
Індивідуальне завдання <u>розрахункова робота</u> (назва)	Спеціальність <u>172 “Телекомунікації та радіотехніка”</u> (код і найменування)	2021/2022
		Семестр
		7-й
Загальна кількість годин – 225 Кількість годин аудиторних занять *)-104/загальна кількість годин – 225 Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6,5 самостійної роботи здобувача – 7,6	Освітня програма <u>“Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси”</u> (найменування)	Лекції *)
		48 годин
		Практичні, семінарські *)
		32 години
		Лабораторні *)
		24 години
	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Самостійна робота
		121 година
		Вид контролю Модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання - 104/121

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – Метою вивчення дисципліни «Програмовані системи передачі, прийому, та обробки сигналів» є придбання студентами наступних спеціальних знань і вмінь використовувати їх у своїй практичній роботі: призначення і структура радіотехнічних систем вимірювального і зв'язкового типу, місце і функції радіо передавальних і радіоприймальних пристроїв в цих системах, теорія та побудова традиційних радіо передавальних пристроїв, структура, технічні характеристики, особливості проектування блоків традиційних радіоприймальних пристроїв, програмна реалізація основних функцій радіо передавальних і радіоприймальних пристроїв (SDR).

Завдання: вивчення загальної теорії і формування вмінь практичного володіння навичками проектування та застосування традиційних та програмно реалізованих радіо передавальних і радіоприймальних пристроїв.

Компетентності, які набуваються:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- навички здійснення безпечної діяльності.
- здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів .
- здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.
- здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.
- здатність організовувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Очікувані результати навчання:

- вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

Пререквізити: елементна база радіоелектроніки, аналогові електронні пристрої, комп'ютерна схемотехніка, сигнали та процеси в радіотехніці, цифрова обробка сигналів; основи теорії цифрового зв'язку

Кореквізити: радіотехнічні системи, системи радіозв'язку.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1. Радіопередавальні пристрої в системах зв'язкового і вимірювального типу.

ТЕМА 1. Призначення і структура радіотехнічних систем вимірювального і зв'язкового типу, місце і функції радіопередавальних і радіоприймальних пристроїв в таких системах. Класифікація радіо передавальних пристроїв (РПП), функціональна схема сучасного передавача, основні технічні вимоги, що ставляться до передавальних пристроїв.

ТЕМА 2. Збуджувачі РПП. Автогенератор гармонійних коливань (АГ), умови самозбудження, узагальнена три точкова схема АГ. Вимоги до стабільності частоти АГ, короткочасна і довгострокова нестабільність частоти, як міри якості радіосигналу, основні дестабілізуючі чинники і їх вплив на частоту АГ. Збуджувачі плавного діапазону, методи перестройки частоти. Кварцові АГ.

Тема 3. Синтезатори сітки частот. Принцип дії і основні технічні характеристики синтезаторів сітки частот прямого і непрямого синтезу, області застосування і структурні схеми синтезаторів, цифрові синтезатори частоти.

ТЕМА 4. Модуляція у системах вимірювального та зв'язного типу. Основні цифрові методи модуляції (АМн, ЧМн, ФМн, QPSK, М-ASK, М-PSK, КАМ, OFDM). Формування, сигнал, сигнальне сузір'я, спектр. Схеми модуляторів.

ТЕМА 5. Передавальні пристрої і методи модуляції у системах з ШШС (широкопasmовими шумоподібними сигналами).

Модульний контроль.

Змістовний модуль №2. Радіоприймальні пристрої систем цифрового зв'язку.

ТЕМА 6. Функції і класифікація радіоприймальних пристроїв, структурні схеми приймачів: прямого посилення, супергетеродинного і цифрового, основні експлуатаційно-технічні показники радіоприймачів, параметри, що характеризують роботу радіоприймальних пристроїв;

ТЕМА 7. Вхідні ланцюги і підсилювачі радіосигналів. Функції, характеристики і побудова вхідних ланцюгів радіоприймальних пристроїв. Підсилювачі радіосигналів, призначення і основні характеристики підсилювачів радіосигналів, принципи побудови мал шумних підсилювачів ВЧ та НВЧ.

ТЕМА 8. Перетворювання частоти в радіоприймальних пристроях. Супергетеродини приймачі з однократним та двійним перетворенням, гетеродини в перетворювачах частоти. Підсилювачі і фільтри проміжної частоти. Багато частотна вибірковість.

ТЕМА 9. Принципи оптимального прийому неперервних і дискретних сигналів. Критерії якості прийому, структурні схеми і методи реалізації оптимальних приймачів. Демодулятори цифрових (АМн, ЧМН, ФМн, QPSK, М-ASK, М-PSK, КАМ, OFDM) сигналів.

ТЕМА 10. Приймальні пристрої ШПС. Погоджений і кореляційний прийом. Синхронізація в системах с ШПС.

Модульний контроль.

Змістовний модуль №3. Принципи програмно-визначаемого радіо (SDR).

ТЕМА 11. Програмно визначаєме радіо (software defined radio). Типові структурні схеми SDR- приймачів. Цифрові приймачі з програмної і апаратної обробкою і нульовою ПЧ: SDR-приймачі і DSP-приймачі, приклади конкретних приймачів і їх структура;

ТЕМА 12. Дискретизація сигналів. Накладення спектрів (елайзінг). Анти-елайзінговая фільтрація. Негативні частоти в спектрі сигналу. Реальні і комплексні сигнали. Аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення в SDR системах.

ТЕМА 13. Апаратні засоби SDR систем. Еволюція структури SDR систем.

ТЕМА 14. Програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів і їх використання для прийому радіосигналів, структура типового цифрового приймача на базі готових DSP-мікросхем, аналоговий попередній каскад (Преселектор), цифровий квадратура гетеродин, програмне забезпечення для конфігурації і використання DSP-приймачів.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Радіопередавальні пристрої.					
Тема 1. Функції радіо передавальних і радіоприймальних пристроїв в системах вимірювального і зв'язкового типу. Класифікація радіо передавальних пристроїв	4	2	–	–	2
Тема 2. Збуджувачі РПП. Автогенератор гармонійних коли-вань (АГ), збуджувачі плавного діапазону, кварцові АГ.	14	2	2	4	6
Тема 3. Синтезатори сітки частот прямого і непрямого синтезу, області структурні схеми синтезаторів, цифрові синтезатори частоти.	12	4	2	–	6
Тема 4. Модуляція у системах системах вимірювального та зв'язного типу. Основні аналогові та цифрові методи модуляції	30	6	4	4	16
Тема 5. Передавальні пристрої і методи модуляції у системах з ІШПС	14	2	2	-	10
Разом за змістовим модулем 1	74	16	10	8	40
Змістовний модуль 2. Радіоприймальні пристрої.					
Тема 6. Функції і класифікація радіоприймальних пристроїв, структурні схеми і параметри, що характеризують роботу радіоприймальних пристроїв.	12	2	2	–	8
Тема 7. Вхідні ланцюги і підсилювачі радіосигналів. МШУ.	18	2	2	4	10
Тема 8. Перетворювання частоти в радіоприй-мальних пристроях. Підсилювачі і фільтри проміжної частоти.	16	4	2	–	10
Тема 9. Принципи оптимального прийому неперервних і дискретних сигналів. Демодулятори аналогових та цифрових сигналів.	18	4	2	4	8
Тема 10. Приймальні пристрої ШПС.	12	4	–	–	8
Разом за змістовим модулем 2	76	16	8	8	44
Змістовний модуль 3. Радіосистеми які визначаються програмно.					
Тема 11. Програмно визначає радіо (software defined radio). Типові структурні схеми SDR- приймачів.	14	4	-	2	8
Тема 12. Дискретизація сигналів в SDR. Накладення спектрів (елайзінг). Реальні і комплексні сигнали. Аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення в SDR системах.	17	4	2	2	9

Тема 13. Апаратні засоби SDR систем.	22	4	2	6	10
Тема 14. Програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів і їх використання для прийому радіосигналів	20	4	4	2	10
Разом за змістовим модулем 3	73	16	8	12	37
Контрольний захід					
Усього годин	225	48	32	24	121

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Семінарських занять не передбачено	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Збуджувачі РПП. Автогенератор гармонійних коливань (АГ), кварцові АГ.	4
2	Цифрові синтезатори частоти.	4
3	Передавальні пристрої систем з ІШС	2
4	Класифікація, структурні схеми і параметри, радіоприймальних пристроїв	4
5	Вхідні ланцюги і підсилювачі радіосигналів. МШУ.	2
6	Перетворювання частоти в радіоприймальних пристроях.	2
7	Оптимальний прийом неперервних і дискретних сигналів	6
8	SDR. Типові структурні схеми SDR- приймачів.	4
9	Дискретизація сигналів в SDR. Реальні і комплексні сигнали. АЦП і ЦАП в SDR системах.	2
10	Апаратні засоби SDR систем.	4
11	Програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання роботи автогенератора гармонійних коливань в пакеті ORCAD PSPICE	4
2	Моделювання основних аналогових та цифрових методів модуляції в SIMULINK MATLAB	4
3	Моделювання роботи та оптимізація параметрів вхідних ланцюгів, підсилювачів радіосигналів і МШУ в пакеті ORCAD PSPICE	2
4	Прийом сигналів з різними методами цифрової модуляції. Дослідження з використанням пакета SIMULINK MATLAB	2
5	Особливості роботи з комплексними сигналами. Спектр реального і комплексного сигналу. Моделювання в SIMULINK MATLAB	2
6	Апаратні засоби SDR систем. Робота з приймачами RTL-SDR та	6

	AIRSPY	
7	Програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів і їх використання для прийому радіосигналів. Робота з SDR#.	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Призначення і структура радіотехнічних систем вимірювального і зв'язкового типу, архітектура побудови і функціональна схема сучасного передавача, основні технічні вимоги, що ставляться до передавальних пристроїв. (Тема 1)	2
2	Збуджувачі РПП. Автогенератор гармонійних коливань (АГ), збуджувачі плавного діапазону, кварцові АГ. (Тема 2)	6
3	Цифрові синтезатори частоти. (Тема 3)	6
4	Модуляція. Основні аналогові та цифрові методи модуляції (Тема 4)	16
5	Системи з ШПС. (Тема 5).	10
6	Структурні схеми і параметри радіоприймальних пристроїв. Вхідні ланцюги і підсилювачі радіосигналів. МШУ. (Теми 6, 7)	18
7	Перетворювання частоти в радіоприймальних пристроях. Підсилювачі і фільтри проміжної частоти. (Тема 8).	10
8	Оптимальний прийом неперервних і дискретних сигналів. Прийом ШПС. (Теми 9, 10)	16
9	Принципи програмно визначаемого радіо (software defined radio). Типові структурні схеми SDR- приймачів (Тема 11)	8
10	Аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення в SDR системах. Апаратні засоби SDR систем. (Теми 12, 13)	19
11	Програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів і їх використання для прийому радіосигналів (Тема 14).	10
	Разом	121

9. Індивідуальні завдання

1. Робота на тему: Конфігурація приймальні системи на основі SDR приймача RTL-SDR, прийом і декодування сигналів метеосупутника NOAA в форматі APT.
2. Робота на тему: Конфігурація приймальні системи на основі SDR приймача RTL-SDR, прийом і декодування сигналів літакових вторинних радіолокаторів ADS-B.

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

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

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0.5	8	4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	5	3	15
Модульний контроль	10	1	10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0.5	8	4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	5	2	10
Модульний контроль	10	1	10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0.5	8	4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	5	3	15
Виконання і захист РГР (РР, РК)	18	1	18
Модульний контроль	10	1	10
Усього за семестр			100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту/заліку складається з 3-х запитань (теоретичних та практичних), максимальна кількість балів за перше питання – 40 балів, за друге і третє питання – по 30 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати: класифікацію передавальних пристроїв (РПП), функціональну схему передавача, основні технічні вимоги, що ставляться до передавальних пристроїв, умови самозбудження автогенераторів, триточкові схеми АГ, еквівалентну електричну схему кварцового резонатора (КР), характеристики і схеми кварцових генераторів, принцип дії і основні технічні характеристики синтезаторів сітки частот прямого і непрямого синтезу, знати основні цифрові методи модуляції. Вміти: моделювати в PSpice триточкові схеми АГ, з використанням Simulink моделювати основні цифрові методи модуляції. Знати структурні схеми приймачів: прямого посилення, супергетеродинного і цифрового, параметри, що характеризують роботу радіоприймальних пристроїв; принципи оптимального прийому неперервних і дискретних сигналів.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати функції, характеристики і побудову вхідних ланцюгів радіоприймальних пристроїв, підсилювачів радіосигналів, принципи побудови малoshумних підсилювачів ВЧ та НВЧ, підсилювачів і фільтрів проміжної частоти, структурні схеми і методи реалізації оптимальних приймачів. Вміти: реалізовувати цифрові моделі демодуляторів цифрових (АМн, ЧМн, ФМн, QPSK, М-ASK, М-PSK, КАМ, OFDM) сигналів. Знати типові структурні схеми SDR- приймачів, апаратні

засоби SDR систем, програмне забезпечення для конфігурації SDR-приймачів і вміти їх використовувати для прийому радіосигналів.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна та традиційна

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

13. Методичне забезпечення

Навчальні посібники

1. Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи. Санкт-Петербург, Лань, 2017.–176с.
2. Радиопередавальні пристрої: навч. посіб. / В. М. Ткачук, С. М. Цирульник, Т. А. Петренко. - Вінниця : Т. П. Барановська, 2015. - 187 с. : рис. - Бібліогр.: с. 187.
3. Радиоприемные устройства / Н. Н. Фомин [и др.] ; под ред. Н. Н. Фомина. – М. : Радио и связь, 2003. – 520 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Ричард Рид. Основы теории передачи информации. Изд. Дом “Вильямс”, 2005 г. -304 с.
2. Прокис Дж. Цифровая связь.– М.: Радио и связь, 2000.
3. Шульгин В.И. Основы теории цифровой связи. Ч. 2. Модуляция и прием сигналов: учеб. пособие. / – Х. Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. - 85 с.
4. Чердынцев, В. А. Методы и устройства приема и обработки радиосигналов : учебное пособие для студентов вузов [доп. МО РБ] / В. А. Чердынцев, И. Ю. Мале-вич, А. Е. Курочкин. - Мн. : БГУИР, 2010. - 288 с.
5. Колосовский, Е. А. Устройства приема и обработки сигналов / Е. А. Колосовский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 456 с.
6. Software-Defined Radio for Engineers, by Travis F. Collins, Robin Getz, Di Pu, and Alexander M. Wyglinski, 2018, ISBN-13: 978-1-63081-457-1.
8. Симонов Ю.Л. Радиоприемные устройства летательных аппаратов. Конспект лекций. ч.1. Харьков: ХАИ, 1988.-55с.
9. Симонов Ю.Л. Радиоприемные устройства. Конспект лекций. ч.2. Харьков: ХАИ, 1989.-48с.

Допоміжна

1. Пристрої генерації та формування сигналів [Текст] : конспект лекцій / А. І. Білець, О. Д. Любимов ; Національний авіаційний ун-т. - К. : НАУ, 2001. - 158 с.: іл.
2. Пристрої генерування та формування сигналів / Укладач: Мамедов К.Я., Одеса, Одеський державний політехнічний університет, 2000.- 76 с.

3. Теория электрической связи. Конспект лекций: В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, О.А. Павлов, Ю.А. Распаев, В.Г. Стародубцев, И.А. Хворов / под общ. ред. В.А. Григорьева. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – с. 1482.
4. Буга Н.Н. и др. Радиоприемные устройства — М.: Радио и связь, 1986.
5. Радиоприемные устройства. Под редакцией А.Г.Зюко — М.: Связь, 1975.

15. Інформаційні ресурси

1. <http://k501.xai.edu.ua>
2. <https://library.khai.edu/>
3. <http://www.elibukr.org/uk>