

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института
А.А. Галикин
« 1 » 09 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА»

Направление подготовки/специальность:

11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) подготовки:

Электронные цифровые устройства и системы

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Радиопринимаемые устройства» является подготовка в области знания теоретических основ, принципов построения трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиопринимаемых устройств различного назначения. Задачи: Формирование практических навыков проектирования трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов, работы с аппаратурой для контроля и измерения параметров радиопринимаемых устройств

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Радиопринимаемые устройства» относится к обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соответствующие с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения с индикатором достижения компетенции	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественных наук и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Знает методы спектрального анализа сигналов и математические методы расчета схем радиопринимаемых устройств, основные алгоритмы преобразования и демодуляции сигналов Умеет применять методы спектрального анализа сигналов и математические методы для расчета электрических и функциональных схем устройств приема сигналов. Владеет навыками расчета электрических и функциональных схем устройств приема
Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.		

	ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных		ОПК-2.1. Знает методы обработки и представления результатов экспериментов при резюльтовании исследований, прохождения сигналов через различные радиотехнические структуры. ОПК-2.2. Умеет самостоятельно выполнять измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях ОПК-2.3. Владеет навыками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений.	ПК-1.1. Знает способы тестирования сложных функциональных узлов радиотехнической аппаратуры. ПК-1.2. Умеет использовать	сигналов	Знает основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов. Умеет собирать и анализировать данные для расчета устройств обработки сигналов; использовать методы экспериментальных исследований испытаний разрабатываемых устройств и основные приемы обработки данных. Владеет навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных устройств обработки сигналов; методами расчета типовых устройств обработки сигналов; навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное
--	---	--	--	---	----------	---	--	--

измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1.3. Владеет навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	Знает методы расчета электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание
схемотехнического моделирования	Умеет составлять эквивалентные схемы устройств обработки сигналов для последующего моделирования. Владеет: навыками разработки моделей устройств обработки сигналов для последующего анализа.	Знает методы расчета электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание
ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в их соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Умеет использовать стандартные программы для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов.	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание
ПК-3. Сспособен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и	ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Владеет навыками использования стандартных программ для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов.	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание.
ПК-3.1. Знает принципы работы, устройств, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования	ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Знает: способы реализации программ экспериментальных исследований устройств обработки сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание.

Содержание лекционных занятий по дисциплине

3.	Помехи и искажения сигнала в линейном тракте.	6	7-9	4	4	2	15		
4	Системы автоматических ретрансляторов	6	10-12	8	6	2	15	Рейтинг-контроль 2	
5.	Входные цепи.	6	13-15	4	4	3	15		
6	Резонансные усилители.	6	16-18	8	4	3	15	Рейтинг-контроль 3	
Всего за 6 семестр			36	-	18		90	Зачет с оценкой	
7	Преобразователи частоты	7	1-3	6	2	4	3	10	
8	Амплитудные детекторы	7	4-6	6	4	4	3	10	Рейтинг-контроль 1
9	Детекторы угловой модуляции	7	7-9	6	2	4	3	10	
1	Прием непрерывных сигналов	7	10-12	6	4	8	4	10	Рейтинг-контроль 2
1	Прием цифровых сигналов	7	13-15	6	4	16	4	10	
1	Пространственно-временная обработка сигналов	7	16-17	4	2		3	10	Рейтинг-контроль 3
1	Перспективы развития РЛС	7	18	2			3		
Всего за 7 семестр			36	18	36		63	Экзамен (27час)	
Наличие в дисциплине КИ, КР								КИ	
Итого по дисциплине			72	18	54		63	Зачет с оценкой, экзамен (27час), КИ	

Раздел 1. РЛС как составная часть системы передачи информации

Тема 1. Общая структура цифровой радиотехнической системы передачи информации.

Формирование сигнала в передающей части. Обработка сигнала в приемной части.

Линейный тракт приема. Нелинейный тракт.

Тема 2. Замирания сигнала и классификация помех. Функции линейного и нелинейного трактов РЛС.

Общие и селективно-частотные замирания. Внеполосные и внутрисполосные помехи.

Усиление и фильтрация принятого сигнала. Демодуляция сигнала.

Раздел 2. Супергетеродинальный прием

Тема 1. Недостатки приемника прямого усиления. Принцип супергетеродинального приема.

Ограниченность по частоте приемника прямого усиления.

Преобразование частоты.

Тема 2. Побочные каналы приема. Структура супергетеродинального приемника.

Верхняя и нижняя настрайки гетеродина. Зеркальный канал приема.

Подавление побочных и соседних каналов приема.

Преселектор.

Тема 3. Выбор промежуточной частоты. Двукратное преобразование частоты.

Противоречие требований к подавлению соседней и зеркальной помех.

Вторая зеркальная помеха.

Сложность перестройки преселектора. Инфразвук

Раздел 3. Помехи и искажения сигнала в линейном тракте

Тема 1. Источники электрического шума в линейном тракте. Коэффициент шума и шумовая температура, шумовая температура антенны.

Тепловой и дробовой виды шумов.

Формулы Найквиста и Шоттки.

Шумящий четырехполюсник.

Тема 2. Коэффициент шума пассивного устройства, последовательности шумящих

четырёхполюсников.

Коэффициент шума линейного тракта.

Чувствительность.

Связь чувствительности с коэффициентом шума линейного тракта приемного

устройства.

Тема 3. Линейные и нелинейные искажения в линейном тракте. Частотная

избирательность.

Блокирование.

Интермодуляция.

Борьба с нелинейными эффектами.

Раздел 4. Системы автоматических регулировок

Тема 1. Система автоматической подстройки частоты (АПЧ).

Структурная схема системы частотной автоподстройки (ЧАП).

Анализ свойств систем АПЧ. Полосы удержания и захвата.

Устойчивость систем АПЧ. Выбор ФНЧ.

Линейный и нелинейный режимы работы АПЧ.

Тема 2. Системы автоматической регулировки усиления (APV).

Основные характеристики систем APV.

Быстродействующие APV.

Назначение систем APV.

Устойчивость систем APV.

Раздел 5. Входные цепи

Тема 1. Обобщенная эквивалентная схема ВЦ.

Назначение входной цепи. Настраиваемые и ненастраиваемые ВЦ

Анализ одноконтактных ВЦ с фиксированной настройкой и ВЦ, работающих в

диапазоне частот.

Режимы максимального коэффициента передачи и согласования.

Двухконтактные ВЦ.

Тема 2. Эквивалентные схемы приемных антенн.

Способы перестройки ВЦ.

Режимы удлинения и укорочения антенны.

Раздел 6. Резонансные усилители

Тема 1. Типы и основные характеристики усилителей сигналов радиочастоты (УРЧ).

Обобщенная эквивалентная схема УРЧ.

Анализ работы УРЧ.

Тема 2. Устойчивость УРЧ.

Эквивалентная схема.

Методы обеспечения устойчивости УРЧ.

Тема 3. Усилители промежуточной частоты (УПЧ).

Классификация и характеристики.

Типы полосовых фильтров VIII.

Раздел 7. Преобразователи частоты

Тема 1. Назначение, типы преобразователей частоты (ПЧ).
Основные характеристики.

Искажения сигнала типа «интерференционный свист».

Тема 2. Анализ диодных и транзисторных ПЧ.

Особенности балансных и кольцевых ПЧ.

Общие сведения о ретродинах.

Раздел 8 Амплитудные детекторы

Тема 1. Назначение, типы амплитудных детекторов (АД).

Основные характеристики (АД).

Анализ последовательного диодного детектора в режиме сильного сигнала.

Тема 2. Входное сопротивление АД. Нелинейные искажения

Метод определения входного сопротивления.

Нелинейные искажения за счет нелинейности нагрузки и нелинейности ВАХ

диола.

Тема 3. Воздействие помех на АД.

Параметры АД.

Векторная диаграмма.

Выделение амплитудной селекцией.

Раздел 9. Детекторы угловой модуляции

Тема 1. Фазовые детекторы (ФД). Частотные детекторы (ЧД)

Принцип действия ФД.

ЧД на основе АД.

ЧД на основе ФД.

Тема 2. Воздействие слабых и сильных помех на ЧД.

Пороговые свойства ЧД.

Схемы порогопоказания.

Раздел 10. Прием непрерывных сигналов

Тема 1. Структуры приемников амплитудно-модулированных сигналов.

Структуры приемников двухполосных амплитудно-модулированных сигналов.

Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов с

полностью подавленной несущей

Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов

с пилот-сигналом

Тема 2. Структура радиовещательного стереофонического приемника.

Спектр комплексного стереосигнала.

Стереокодеры.

Раздел 11. Прием цифровых сигналов.

Тема 1. Демодуляторы сигналов с фазовой модуляцией (ФМ).

Демодуляторы сигналов с относительной фазовой модуляцией (ОФМ).

Формирователи опорного сигнала для фазового детектора.

Тема 2 Демодуляторы сигналов с многоуровневой модуляцией.

Демодуляторы сигналов многоуровневой фазовой модуляцией.

Демодуляторы сигналов с квадрантной амплитудной модуляцией (КАМ).

Демодуляторы сигналов с минимальным частотным сдвигом.

Тема 3. Приемники сложных сигналов.
Подавление комплекса помех при приеме сложных сигналов.
Прием сигналов с мелочной и быстрой программной перестройкой рабочей частоты.

Раздел 12. Пространственно-временная обработка сигналов.
Тема 1. Уменьшение глубины замираний сигналов с помощью пространственно-разнесенного приема.
Оптимальное сложение сигналов.
Схемы автовыбора и линейного сложения сигналов.
Тема 2. Адаптивная компенсация помех.
Компенсация узкополосных помех.
Компенсация широкополосных помех.
Адаптивные антенные решетки.

Раздел 13. Перспективы развития РЛВ.
Тема 1. Освоение новых диапазонов частот.
Применение новых видов модуляции сигналов.
Применение новых алгоритмов обработки сигналов.
Тема 2. Прием сигналов в условиях межсимвольной интерференции.
Распаралеливание потока данных.
Технология OFDM.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

Раздел 3. Помехи и искажения сигнала в линейном тракте
Тема 1. Источники электрического шума в линейном тракте. Коэффициент шума и шумовая температура, шумовая температура антенны.
Тепловой и дробовой виды шумов.
Формулы Найквиста и Шоттки.
Шумящий четырехполюсник.
Название лабораторной работы «Измерение чувствительности и относительной частотной избирательности связанного приемника».

Тема 3. Линейные и нелинейные искажения в линейном тракте. Частотная избирательность.
Блокирование.
Интермодуляция.
Борьба с нелинейными эффектами.
Название лабораторной работы «Исследование нелинейных явлений в линейном тракте».

Раздел 4. Системы автоматических регулировок

Тема 1. Система автоматической подстройки частоты (АПЧ).
Структурная схема системы частотной автоподстройки (ЧАП).
Анализ свойств систем АПЧ. Полосы удержания и захвата.
Устойчивость системы АПЧ. Выбор ФНЧ.
Линейный и нелинейный режимы работы АПЧ.
Название лабораторной работы «Исследование системы частотной автоподстройки».

Раздел 5. Входные цепи

Тема 1. Обобщенная эквивалентная схема ВЦ.

Назначение входной цепи. Настраиваемые и ненастраиваемые ВЦ

Анализ одноконтактных ВЦ с фиксированной настройкой и ВЦ, работающих в диапазоне частот.

Режимы максимального коэффициента передачи и согласования.

Двухконтактные ВЦ.

Назначение лабораторной работы «Исследование одноконтактных и двухконтактных ВЦ»

Тема 2. Эквивалентные схемы приемных антенн.

Способы перестройки ВЦ.

Режимы удлинения и укорочения антенны.

Назначение лабораторной работы «Исследование преселектора».

Раздел 6. Резонансные усилители

Тема 1. Типы и основные характеристики усилителей сигналов радиочастоты (УРЧ).

Обобщенная эквивалентная схема УРЧ.

Анализ работы УРЧ.

Назначение лабораторной работы «Исследование однотранзисторного и

двухтранзисторного (каскадного) УРЧ».

Тема 3. Усилители промежуточной частоты (УПЧ).

Классификация и характеристики.

Типы полосовых фильтров УПЧ.

Назначение лабораторной работы «Исследование усилителя промежуточной частоты».

Раздел 7. Преобразователи частоты

Тема 1. Назначение, типы преобразователей частоты (ПЧ).

Основные характеристики.

Искажения сигнала типа «интерференционный свист».

Назначение лабораторной работы «Исследование преобразователя частоты».

Раздел 8 Амплитудные детекторы

Тема 1. Назначение, типы амплитудных детекторов (АД).

Основные характеристики (АД).

Анализ последовательного однодiodного детектора в режиме сильного сигнала.

Назначение лабораторной работы «Исследование детекторных характеристик

однодiodного АД».

Тема 2. Входное сопротивление АД. Нелинейные искажения

Метод определения входного сопротивления.

Нелинейные искажения за счет нелинейности нагрузки и нелинейности ВАХ

диодов.

Назначение лабораторной работы «Исследование нелинейных искажений АД».

Тема 3. Воздействие помех на АД.

Параметры АД.

Векторная диаграмма.

Выявление амплитудной селекции.

Назначение лабораторной работы «Исследование воздействия помех на АД».

Раздел 9. Детекторы угловой модуляции

Тема 1. Фазовые детекторы (ФД). Частотные детекторы (ЧД)

Принцип действия ФД.

ЧД на основе АЛ.
ЧД на основе ФД.

Название лабораторной работы «Исследование частотного детектора (ЧД)»

Раздел 10. Прием непрерывных сигналов

Тема 1. Структуры приемников амплитудно-модулированных сигналов.

Структуры приемников двухполосных амплитудно-модулированных сигналов.
Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов
полностью подавленной несущей

Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов с пилот-сигналом

Название лабораторной работы «Измерение параметров радиовещательного приемника АМ сигналов».

Тема 2. Структура радиовещательного стереофонического приемника.

Спектр комплексного стереосигнала.

Стереодекодеры.

Название лабораторной работы «Исследование радиовещательного УКВ приемника».

Раздел 11. Прием цифровых сигналов.

Тема 1. Структуры сигналов с фазовой модуляцией (ФМ).

Демодуляторы сигналов с относительной фазовой модуляцией (ОФМ).

Формирователи опорного сигнала для фазового детектора.

Название лабораторной работы «Исследование демодулятора сигналов с фазовой модуляцией (ФМ)».

Название лабораторной работы «Исследование демодулятора сигналов с

относительной фазовой модуляцией (ОФМ)».

Название лабораторной работы «Исследование канала связи».

Тема 2 Демодуляторы сигналов с многоуровневой модуляцией.

Демодуляторы сигналов многоуровневой фазовой модуляцией.

Демодуляторы сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ).

Демодуляторы сигналов с минимальным частотным сдвигом.

Название лабораторной работы «Исследование демодуляторов QPSK сигналов»

Название лабораторной работы «Исследование демодуляторов сигналов с

квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ)».

Название лабораторной работы «Исследование демодуляторов сигналов с

минимальным частотным сдвигом».

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 7. Преобразователи частоты

Тема 1. Назначение, типы преобразователей частоты (ПЧ).

Основные характеристики.

Искажения сигнала типа «интерференционный свист».

Тема занятия «Расчет частоты зеркального канала приема. Подавление зеркальных помех».

Раздел 8 Амплитудные детекторы

Тема 3. Воздействие помех на АЛ.

Параметры АЛ.

Векторная диаграмма.

Выявление амплитудной селекции.

Тема занятия «Схемотехническое моделирование явления амплитудной селекции».

Раздел 9. Детекторы угловой модуляции

Тема 1. Фазовые детекторы (ФД). Частотные детекторы (ЧД)

Принцип действия ФД.

ЧД на основе АД.

ЧД на основе ФД.

Тема занятия «Схемотехническое моделирование частотного детектора».

Раздел 10. Прием непрерывных сигналов

Тема 1. Структуры приемников амплитудно-модулированных сигналов.

Структуры приемников двухполосных амплитудно-модулированных сигналов.

Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов с

полностью подавленной несущей

Структуры приемников однополосных амплитудно-модулированных сигналов

с пилот-сигналом

Тема занятия «Расчет значений параметров приемника АМ сигналов».

Тема 2. Структура радиовещательного стереофонического приемника.

Спектр комплексного стереосигнала.

Стереодекодеры.

Тема занятия «Расчет значений параметров радиовещательного УКВ приемника».

Раздел 11. Прием цифровых сигналов.

Тема 1. Демодуляторы сигналов с фазовой модуляцией (ФМ).

Демодуляторы сигналов с относительной фазовой модуляцией (ОФМ).

Формирователи опорного сигнала для фазового детектора.

Тема занятия «Расчет помехоустойчивости демодуляторов сигналов с фазовой и

относительной фазовой модуляцией».

Тема 2 Демодуляторы сигналов с многоуровневой модуляцией.

Демодуляторы сигналов многоуровневой фазовой модуляцией.

Демодуляторы сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ).

Демодуляторы сигналов с минимальным частотным сдвигом.

Тема занятия «Расчет помехоустойчивости демодуляторов QPSK сигналов»

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1 (6 семестр)

1. Как изменяется параметр приёма при усилении при исклѳочении из его состава

- только входной цепи?
- только ВВЧ?

2. Как изменяется параметр суѳергеретеродина при исклѳочении из его состава

- только входной цепи?
- только ВВЧ?

3. В чем заключается основное преимущество супергетеродинарного приемника по сравнению с приемником прямого усиления?
4. Частота настройки приемника 3 МГц, частота гетеродина 2,5 МГц, частота помехи 1,5 МГц. Попадает ли помеха в зеркальный канал приема, если полоса пропускания линейного тракта 10 кГц?

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2 (6 семестр)

1. К каким последствиям приведет исключение АРУ из состава приемника?
2. К каким последствиям приведет исключение АПЧ из состава приемника?
3. От каких функциональных узлов системы АПЧ зависит величина полосы удержания?
4. Почему величина коэффициента частотной автоподстройки не может быть очень большой?

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3 (6 семестр)

1. Что понимается под устойчивостью усилителя?
2. Почему каскодные усилители обладают большей устойчивостью по сравнению с однотранзисторным ВРЧ?
3. В чем заключаются основные отличия ВРЧ от ВПЧ?
4. Почему требования к уровню электрического шума ВПЧ ниже по сравнению с ВРЧ?

7 семестр

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1 (7 семестр)

1. Укажите причину возникновения искажений сигнала типа «интерференционный свист», возникающих в смесителе.
2. Укажите причины возникновения нелинейных искажений выходного напряжения однодунного амплитудного детектора, когда он работает в режиме сильного сигнала.
3. Дайте сравнительную характеристику последовательного и параллельного диндных амплитудных детекторов.
4. В чем суть явления амплитудной селекции, возникающего при амплитудном детектировании?

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2 (7 семестр)

1. Укажите причину появления «порога» при частотном детектировании.
2. К чему приведет исключение фазовращателя из схемы частотного детектора, использующей фазовое детектирование сигнала?
3. При каком значении разности фаз опорного и входного сигналов обеспечивается максимальная линейность характеристики фазового детектора?
4. Дайте сравнительную характеристику приемников ОБП-сигналов с полнотью подавленной несущей и с пилот-сигналом.

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3 (7 семестр)

1. Почему помехоустойчивость приемников ФМ-сигналов ниже ОФМ-сигналов
2. Чем объясняется повышенная помехоустойчивость приема КАМ-сигналов по сравнению с приемом ФМ-сигналов?
3. Дайте сравнительную характеристику схем автовыбора и линейного сложения сигналов, которые используются при пространственном приеме.
4. Какие параметры приемника изменяются, если при оптимальном суммировании сигналов пространственно разнесенных антенн увеличить их количество?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6 семестр

Вопросы к зачету с оценкой

1. Радиопринимающее устройство как составная часть системы передачи информации. Предмет и задачи курса.
2. Искажения сигнала при его распространении. Замыкания сигнала.
3. Структура линейного тракта супергетеродинного приемника. Зеркальный канал приема.
4. Комбинационные каналы приема.
5. Супергетеродин с двукратным преобразованием частоты.
6. Инфразвук. Приемник с прямым преобразованием частоты.
7. Источники электрического шума в линейном тракте.
8. Коэффициент шума и шумовая температура.
9. Шумовая температура антенны. Коэффициент шума пассивного устройства.
10. Коэффициент шума последовательности шумящих четырехполюсников.
11. Чувствительность приемного устройства.
12. Основные нелинейные эффекты в линейном тракте.
13. Частотная избирательность приемного устройства.
14. Автоматическая подстройка частоты гетеродина. Линейный режим.
15. Нелинейный режим автоматической подстройки частоты гетеродина. Особенности эксплуатации приемного устройства.
16. Система автоматической регулировки усиления. Назначение. Принципы построения.
17. Амплитудная характеристика системы автоматической регулировки усиления.
18. Коэффициент передачи одноконтурной входной цепи.
19. Режимы максимального усиления и согласования для входной цепи.
20. Виды связей контура входной цепи с внешними элементами. Двухконтурные входные цепи. Способы настройки входной цепи. Особенности электронной настройки.
21. Зависимость резонансного коэффициента передачи входной цепи от частоты настройки (индуктивная связь с антенной).
22. Внутренняя связь контура входной цепи с нагрузкой и индуктивная связь с антенной – коэффициент передачи.
23. Особенности входных цепей для настроенных антенн.
24. Коэффициент усиления одноконтурного усилителя радиочастоты.
25. Влияние внутренней обратной связи на устойчивость одноконтурного усилителя радиочастоты.
26. Повышение устойчивости усилителя радиочастоты.
27. Усилитель промежуточной частоты – два принципа построения. Виды полосовых фильтров для усилителей промежуточной частоты

Вопросы к экзамену

1. Преобразователи частоты. Требования к смесителям. Искажения сигналов. Схемотехника смесителей. Гетеродины. Сопряжение настроек преселектора и гетеродина.
2. Последовательный диодный амплитудный детектор - принцип работы. Коэффициент передачи в режиме сильного сигнала. Входное сопротивление.
3. Нелинейные искажения в амплитудном детекторе.
4. Воздействие помех на АД.
5. Анализ АД в режиме слабого сигнала
6. Параметры диодный АД.
7. Фазовые детекторы.
8. Частотные детекторы.
9. Воздействие помех на ЧД. Схемы порогопопонижения.
10. Прием АМ- и ОБП-сигналов.
11. Прием стерео ЧМ-сигналов.
12. Прием фазоманипулированных сигналов. Демодуляторы ФМ - и ОФМ-сигналов.
13. Формирователь опорного напряжения.
14. Прием сигналов с минимальным частотным сдвигом
15. Многоуровневая ФМ, КАМ.
16. Прием сложных сигналов.
17. Прием с перестройкой рабочей частоты. Пропускная способность канала связи
18. Подавление замираний сигнала с помощью пространственно-разнесенного приема.
19. Теоретические основы адаптивной компенсации помех
20. Компенсатор узкополосных синфазных помех
21. Компенсатор помех с квадратурными каналами обработки сигнала
22. Компенсатор широкополосных помех
23. Адаптивные антенные решетки
24. Перспективы развития техники радиоприемных устройств

5.3. Самостоятельная работа обучающихся.

СРС с лекционными материалами.
Вопросы, структурированные к СРС.

6 семестр

Тема 1. РТВ как составная часть системы передачи информации

1. Назначение радиоприемного устройства:
 - а) принять и усилить радиосигнал;
 - б) в условиях действия помех обеспечить прием радиосообщений;
 - в) обеспечить прием и фильтрацию радиосигнала от помех.
2. Основные функции РТВ:
 - а) усиление радиосигнала и фильтрация его от помех;
 - б) демодуляция радиосигнала;
 - в) прием, фильтрация, демодуляция радиосигнала и последующая его обработка.
3. Основные функциональные узлы радиоприемного устройства:
 - а) полосовой фильтр и усилитель высокой частоты;
 - б) линейный тракт, демодулятор, низкочастотные узлы обработки сигнала;
 - в) антенна, усилитель, модулятор, источник питания.
4. Условия возникновения общих замираний сигнала :

- а) многоточевый прием и узкая полоса частот сигнала;
- б) односторонний прием и узкая полоса частот сигнала;
- в) многоточевый прием и широкая полоса частот сигнала.

Тема 2. Супергетеродинный прием

1. В супергетеродинном приемнике основное усиление обеспечивается:

- а) в усилителе низкой частоты;
- б) в усилителе радиочастоты;
- в) в преобразователе частоты;
- г) в усилителе промежуточной частоты.

2. Основное преимущество супергетеродинного приемника перед приемником

прямого усиления состоит:

- а) в повышении уровня подавления помех;
- б) в меньшей сложности;
- в) в уменьшении габаритов.

3. Использование двукратного преобразования частоты в супергетеродинном приемнике позволяет:

- а) увеличить чувствительность приемника;
- б) увеличить степень подавления помех;
- в) снизить уровень паразитного излучения гетеродина.

4. Избирательность по зеркальному каналу обеспечивается, в основном:

- а) усилителем низкой частоты;
- б) входной цепью, усилителем высокой частоты и выбором значения

промежуточной частоты;

- в) демодулятором.

5. При увеличении значения промежуточной частоты в супергетеродинном приемнике:

- а) увеличивается подавление зеркальной помехи;
- б) увеличивается чувствительность приемника;
- в) увеличивается подавление соседней помехи.

Тема 3. Помехи и искажения сигнала в линейном тракте

1. Источником тепловых шумов является:

- а) идеальная емкость;
- б) идеальная индуктивность;
- в) транзистор;
- г) резистор.

2. Источником дробовых шумов является:

- а) резистор;
- б) емкость;
- в) транзистор.

3. Максимальная чувствительность радиоприемника ограничивается:

- а) частотой его настройки;
- б) его внутренними шумами;
- в) общим коэффициентом усиления;
- г) видом демодулятора.

4. Коэффициент шума четырехполюсника показывается:

- а) во сколько раз отношение сигнал-шум на выходе четырехполюсника больше

отношения сигнал-шум на его входе;

- б) во сколько раз увеличивается сигнал на выходе четырехполюсника, по

сравнению с входом;

- в) во сколько раз увеличивается мощность шума на выходе четырехполюсника по сравнению с входом.

5. Явление блокирования заключается:
- а) в появлении искажений сигнала;
 - б) в уменьшении усиления линейного тракта при воздействии на радиоприемник мощной помехи;
 - в) в уменьшении степени подавления помех в линейном тракте.

Тема 4. Системы автоматических регулировок

1. Автоматическая регулировка усиления приемника предназначена для:
 - а) поддержания стабильности частоты гетеродина;
 - б) поддержания постоянного напряжения на выходе усилителя промежуточной частоты, необходимого для нормальной работы демодулятора;
 - в) повышения чувствительности приемника.
2. Автоматическая подстройка частоты гетеродина в приемнике предназначена для:
 - а) поддержания постоянного уровня сигнала на выходе детектора;
 - б) повышения стабильности частоты гетеродина;
 - в) уменьшения гармонических составляющих основного сигнала гетеродина.
3. Понятия «полоса удержания», «полоса захвата» относятся:
 - а) к линейному режиму работы системы автоматической подстройки частоты гетеродина;
 - б) к анализу системы автоматической регулировки усиления;
 - в) к нелинейному режиму работы системы автоматической подстройки частоты гетеродина.

Темы 5, 6. Входные цепи. Резонансные усилители

1. Приемущество перестройки частоты колебательного контура путем изменения его емкости по сравнению с индуктивной перестройкой состоит в том, что:
 - а) при изменении частоты настройки контура его полоса пропускания изменяется больше;
 - б) при изменении частоты настройки контура его полоса пропускания изменяется меньше;
 - в) при изменении частоты настройки контура его полоса пропускания вообще не изменяется.
2. Устойчивость усилителя высокой частоты определяется:
 - а) уровнем паразитной внутренней обратной связи;
 - б) уровнем нелинейных искажений сигнала;
 - в) наличием помех.
3. Усилитель промежуточной частоты предназначен для:
 - а) подавления помех по зеркальному каналу;
 - б) усиления сигналов промежуточной частоты и подавления помех по соседнему каналу;
 - в) подавления помех по побочным каналам приема.
4. Наибольшее подавление помех по соседнему каналу в усилителе промежуточной частоты обеспечивают:
 - а) резонансные фильтры (ПКФ);
 - б) фильтры с использованием катушек индуктивности и конденсаторов (LC-фильтры);
 - в) электромагнитные фильтры;
 - г) фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ);
 - д) кварцевые фильтры.

Тема 7. Преобразователи частоты

1. Наибольшее подавление побочных каналов приема наблюдается при использовании в преобразователях частоты смесителей:

а) однодиодных;

б) односторонних;

в) балансных;

г) двойных балансных (кольцевых).

2. Использование синтезатора частоты в качестве гетеродина вместо автогенератора позволяет:

а) снизить стоимость радиоприемника;

б) расширить частотный диапазон работы радиоприемника;

в) повысить точность настройки, избирательность и чувствительность радиоприемного устройства.

3. Искажения типа «интерференционный свист» возникают

а) при увеличении уровня сигнала;

б) при уменьшении уровня сигнала;

в) за счет возникновения комбинационных гармоник на выходе смесителя.

Темы 8, 9. Амплитудные детекторы. Детекторы угловой модуляции

1. Для устранения нелинейных искажений сигнала на выходе амплитудного диодного детектора необходимо:

а) устанавливать перед ним амплитудный ограничитель напряжения;

б) обеспечивать достаточно большой уровень сигнала на входе детектора;

в) обеспечивать малый уровень сигнала на входе детектора.

2. Пороговые свойства частотного детектора проявляются в том, что:

а) при большой девиации частоты входного сигнала уменьшаются нелинейные искажения выходного сигнала частотным детектором с одноконтурным контуром;

б) при малой девиации частоты входного сигнала уменьшаются нелинейные искажения выходного сигнала;

в) при малой девиации частоты входного сигнала увеличиваются нелинейные искажения выходного сигнала;

г) при слишком малом отношении сигнал-шум на входе детектора значительно уменьшается отношение сигнал-шум на его выходе.

3. При прохождении белого шума через частотный детектор

а) спектральная плотность шума увеличивается с ростом частоты;

б) спектральная плотность шума уменьшается с ростом частоты;

в) спектральная плотность шума не меняется с ростом частоты.

Темы 10, 11. Прием непрерывных сигналов. Прием цифровых сигналов

1. При приеме сигналов с одной боковой полосой по сравнению с приемом двухполосных амплитудно-модулированных сигналов обеспечивается:

а) более значительное подавление зеркальной помехи;

б) меньший уровень искажений сигнала на выходе приемника при наличии селективно-частотных замираний во входном сигнале;

в) меньшая сложность приемника.

2. При стереофоническом приеме частотно-модулированных сигналов наибольший уровень разделения каналов обеспечивается:

а) стереодекодер с двумя разнополярными амплитудными детекторами;

б) стереодекодер с временным разделением каналов;

в) суммарно-разностный стереодекодер.

- Темы 12,13. Пространственно-временная обработка сигналов. Перспективы развития PTV**
1. Прием сигнала с помощью нескольких антенн, размещенных в пространстве, позволяет:
 - а) увеличить уровень подавления помех по соседнему каналу;
 - б) уменьшить глубину замираний сигнала;
 - в) увеличить уровень подавления помех по зеркальному каналу.
 2. Адаптивная компрессия помех позволяет
 - а) подавить внутриполосные помехи;
 - б) подавить помехи, направление прихода которых совпадает с направлением сигнала;
 - в) увеличить уровень подавления помех по сравнению с полосовой фильтрацией.
 3. Четвертому поколению систем сотовой связи соответствует стандарт
 - а) GSM;
 - б) LTE;
 - в) WiMAX2.

Темы курсовых проектов

1	Проектирование устройства приема сигналов с амплитудной модуляцией для Си Би радиостанции. Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания: диапазон частот 26,97...27,91 МГц; отстройка по соседнему каналу 10 кГц; сопротивление антенны 50 Ом; Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания: тип радиостанции коэффициент модуляции чувствительность избирательность по зеркальному каналу приема избирательность по соседнему каналу приема отношение сигнал-шум на выходе демодулятора относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала максимальная частота модуляции сигнала
2	Проектирование устройства приема сигналов с частотной модуляцией для Си Би радиостанции. Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания: диапазон частот 26,97...27,91 МГц; отстройка по соседнему каналу 10 кГц; сопротивление антенны 50 Ом; Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания: тип радиостанции; девиация частоты принимаемого сигнала; чувствительность; избирательность по зеркальному каналу приема; избирательность по соседнему каналу приема; отношение сигнал-шум на выходе демодулятора;

№	Название и выходные данные (автор, издательство, издание, количество страниц)	Год издания	Наличие в электронном каталоге
п/п	Основная литература		
1.	Е.К. Левин Нелинейная и пространственно-временная обработка сигналов в радиоприемных устройствах: конспект лекций по	2018	http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf

6.1. Книгообеспеченность

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом

4	Проектирование радиовещательного приемника сигналов с амплитудной модуляцией. Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания: относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала 10^{-6}; коэффициент модуляции 0,3. Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания: тип приемника; диапазон частот; девиация частоты принимаемого сигнала; чувствительность; избирательность по соседнему каналу; избирательность по зеркальному каналу приема; отношение сигнал-шум на выходе демодулятора; максимальная частота модуляции сигнала.
3	Проектирование радиовещательного приемника сигналов с частотной модуляцией. Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания: относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала 10^{-6}; избирательность по соседнему каналу приема 20 дБ. Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания: вид звукования (моно или стерео) ; тип стереодекодера; тип приемника; диапазон частот; девиация частоты принимаемого сигнала; чувствительность; избирательность по зеркальному каналу приема; отношение сигнал-шум на выходе демодулятора; относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала; максимальная частота модуляции сигнала.

	дисциплине «Радиопринимающие устройства»				
2.	Е.К.Левин. Обработка сигналов в линейном тракте радиопринимающего устройства: конспект лекций по дисциплине «Радиопринимающие устройства»	2018	http://dspace.vvvl.vlsu.ru/bitstream/123456789/7065/1/00779.docx		
3.	Лотвинов, В. В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи : учебное пособие / В. В. Лотвинов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 816 с. — ISBN 978-5-91359-198-2.	2019	http://www.iprbookshop.ru/90337.html		
Дополнительная литература					
1.	Учебно-методическое пособие и задания на курсовой проект радиопринимающих устройств систем мобильной связи / составитель В. В. Лотвинов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 44 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].	2016	http://www.iprbookshop.ru/61534.html		
2.	Исследование алгоритмов обработки сигналов в системе Matlab: метод. указания к лабораторным работам / Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. — 78 с.	2011	http://dspace.vvvl.vlsu.ru/handle/123456789/3046		
3.	Фалько, А. И. Радиопринимающие устройства. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / А. И. Фалько, Т. Я. Показаньева, М. С. Шушнов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 55 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	2019	http://www.iprbookshop.ru/90598.html		
4.	Расчет и схемотехническое моделирование функциональных узлов радиопринимающего устройства	2016	http://dspace.vvvl.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf		>

	[Электронный ресурс] : учебное пособие по курсовому проектированию / Е. К. Левин ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) Владимир : <		
--	---	--	--

6.2. Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;

- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

6.3. Интернет ресурсы

<http://www.studentlib.ru/>
<http://e.lib.vlsu.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеется специальное помещение для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультиятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3. Практические занятия – в ауд.410-3, лабораторные - в ауд.304-3

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- наборы слайдов к лекциям;
- оборудование специализированной лаборатории (304-3, 410-3);
- программные среды: Matlab, Multisim.

Рабочую программу составил Левин Е. К. профессор каф. РТ и РС

Рецензент
«Владимирское КБ Радиосвязи» Генеральный директор Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании каф. РТ и РС
Протокол № 1 от 30.08.2021

Заведующий кафедрой РТ и РС Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направиленная 11.03.01 «Радиотехника»
Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии заведующий кафедрой Никитин О.Р.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 88/83 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 8.8.88 года

Заведующий кафедрой

Stavro/inche

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиопринимающие устройства
Образовательной программы направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника»,
направленность (профиль): «Электронные цифровые устройства и системы»

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой Никитин О.Р. _____