

**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.Галкин**

**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 «Радиоприемные устройства» является подготовка в области знания теоретических основ, принципов построения трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиоприемных устройств различного назначения.

Задачи: Формирование практических навыков проектирования трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов, работы с аппаратурой для контроля и измерения параметров радиоприемных устройств

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

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

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	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 естественнонаучных и общеинженерных 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 радиоприемных устройств, основные алгоритмы преобразования и демодуляции сигналов Умеет применять методы спектрального анализа сигналов и математические методы для расчета электрических и функциональных схем устройств приёма сигналов. Владеет навыками расчета электрических и функциональных схем устройств приёма сигналов	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.

<p>ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ОПК-2.1. Знает методы обработки и представления результатов при экспериментальных исследованиях процессов прохождения сигналов через различные радиотехнические структуры.</p> <p>ОПК-2.2. Умеет самостоятельно выполнять наблюдения и измерения при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях</p> <p>ОПК-2.3. Владеет навыками измерения параметров радиотехнических процессов и обработки полученных значений.</p>	<p>Знает основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов.</p> <p>Умеет собирать и анализировать данные для расчета устройств обработки сигналов; использовать методы экспериментальных исследований испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных.</p> <p>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</p>	<p>Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием. Практико-ориентированное задание</p>
<p>ПК-1 Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры</p>	<p>ПК-1.1. Знает способы тестирования сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-1.2. Умеет использовать измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов</p>	<p>Знает основы схемотехнического моделирования процедур обработки сигналов, основные приемы работы с пакетами прикладных программ схемотехнического моделирования</p> <p>Умеет составлять</p>	<p>Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием</p>

	<p>радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>	<p>эквивалентные схемы устройств обработки сигналов для последующего моделирования.</p> <p>Владеет: навыками разработки моделей устройств обработки сигналов для последующего их анализа.</p>	
<p>ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</p>	<p>Знает методы расчета электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов</p> <p>Умеет использовать стандартные программы для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов.</p> <p>Владеет навыками использования стандартных программ для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов.</p>	<p>Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием</p>
<p>ПК-3. Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования</p> <p>ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения</p>	<p>Знает: способы реализации программы экспериментальных исследований устройств обработки сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств</p> <p>Умеет работать со средствами обработки результатов исследований.</p>	<p>Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием</p>

	<p>неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>Владеет навыками практической работы с измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств.</p>	
--	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
			Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1.	<u>РПУ как составная часть системы передачи информации</u>	6	1-3	4			14		
2.	<u>Супергетеродинный прием.</u>	6	4-6	8			2	16	Рейтинг-контроль 1
3.	<u>Помехи и искажения сигнала в линейном тракте.</u>	6	7-9	4		4	2	15	
4.	<u>Системы автоматических регулировок</u>	6	10-12	8		6	2	15	Рейтинг-контроль 2

5.	<u>Входные цепи.</u>	6	13-4 15		4	3	15	
6	<u>Резонансные усилители.</u>	6	16-8 18		4	3	15	Рейтинг-контроль 3
Всего за 6 семестр			36	-	18		90	Зачет с оценкой
7	<u>Преобразователи частоты</u>	7	1-3 6	2	4	3	4	
8	<u>Амплитудные детекторы</u>	7	4-6 6	4	4	3	4	Рейтинг-контроль 1
9	<u>Детекторы угловой модуляции</u>	7	7-9 6	2	4	3	4	
10	<u>Прием непрерывных сигналов</u>	7	10-6 12	4	8	4	4	Рейтинг-контроль 2
11	<u>Прием цифровых сигналов</u>	7	13-6 15	4	16	4	4	
12	<u>Пространственно-временная обработка сигналов</u>	7	16-4 17	2		3	4	Рейтинг-контроль 3
13	<u>Перспективы развития РПУ</u>	7	18 2				3	
Всего за 7 семестр			36	18	36		27	Экзамен (27час)
Наличие в дисциплине КП, КР								КП
Итого по дисциплине			72	18	54		153	Зачет с оценкой, экзамен (27час), КП

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. РПУ 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 РПУ.

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

Усиление и фильтрация принятого сигнала. Демодуляция сигнала.

#### Раздел 2. Супергетеродинный прием

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

Ограниченность по частоте приемника прямого усиления.

Преобразование частоты.

Тема 2. Побочные каналы приема. Структура супергетеродинного приемника.

Верхняя и нижняя настройки 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. Инфрадин

#### 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 четырехполосник.

Тема 2. Коэффициент шума пассивного устройства, последовательности шумящих четырехполосников.

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 системы АПЧ. Выбор ФНЧ.

Линейный и нелинейный режимы работы АПЧ.

Тема 2. Системы автоматической регулировки усиления (АРУ).

Основные характеристики систем АРУ.

Быстродействующие АРУ.

Назначение системы АРУ.

Устойчивость системы АРУ.

#### Раздел 5. Входные цепи

Тема 1. Обобщенная эквивалентная схема ВЦ.

Назначение входной цепи. Настроенные и ненастроенные ВЦ

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

Режимы максимального коэффициента передачи и согласования.

Двухконтурные 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 УПЧ.

#### 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 гетеродинах.

#### 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 инерционности нагрузки и нелинейности ВАХ диода.

Тема 3. Воздействие помех на АД.

Параллельный АД.

Векторная диаграмма.

Явление 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 2. Воздействие слабых и сильных помех на ЧД.

Пороговые свойства ЧД.

Схемы порогопонижения.

#### 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.

Стереодекодеры.

#### 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 квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ).

Демодуляторы сигналов с минимальным частотным сдвигом.

Тема 3. Приемники сложных сигналов.

Подавление комплекса помех при приеме сложных сигналов.

Прием сигналов с медленной 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 РПУ.

Тема 1. Освоение новых диапазонов частот.

Применение новых видов модуляции сигналов.

Применение новых алгоритмов обработки сигналов.

Тема 2. Прием сигналов в условиях межсимвольной интерференции.

Распараллеливание 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 четырехполосник.

Название лабораторной работы «Измерение чувствительности и односигнальной частотной избирательности связного 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. Настроенные и ненастроенные ВЦ

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

Режимы максимального коэффициента передачи и согласования.

Двухконтурные ВЦ.

Название лабораторной работы «Исследование одноконтурных и двухконтурных ВЦ»

Тема 2. Эквивалентные схемы приемных антенн.

Способы перестройки ВЦ.

Режимы удлинения и укорочения антенны.

Название 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.

Название лабораторной работы «Исследование однотранзисторного и двухтранзисторного (каскадного) УРЧ».

Тема 3. Усилители промежуточной частоты (УПЧ).

Классификация и характеристики.

Типы полосовых фильтров УПЧ.

Название лабораторной работы «Исследование усилителя промежуточной частоты».

#### Раздел 7. Преобразователи частоты

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

Основные характеристики.

Искажения сигнала типа «интерференционный свист».

Название лабораторной работы «Исследование преобразователя частоты».

#### Раздел 8 Амплитудные детекторы

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

Основные характеристики (АД).

Анализ последовательного диодного детектора в режиме сильного сигнала.

Название лабораторной работы «Исследование детекторных характеристик диодного АД».

Тема 2. Входное сопротивление АД. Нелинейные искажения

Метод определения входного сопротивления.

Нелинейные искажения за счет инерционности нагрузки и нелинейности ВАХ диода.

Название лабораторной работы «Исследование нелинейных искажений АД».

Тема 3. Воздействие помех на АД.

Параллельный АД.

Векторная диаграмма.

Явление амплитудной селекции.

Название 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 АД.

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 с 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. Демодуляторы 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 АД.

Параллельный АД.  
Векторная диаграмма.  
Явление 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

##### 6 семестр

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

1. Как изменятся параметры приемника прямого усиления при исключении из его состава
  - только входной цепи?
  - только УВЧ?
2. Как изменятся параметры супергетеродинного приемника при исключении из его состава
  - только входной цепи?
  - только УВЧ?
3. В чем заключается основное преимущество супергетеродинного приемника по сравнению с приемником прямого усиления?
4. Частота настройки приемника 3МГц, частота гетеродина 2,5 МГц, частота помехи 1,5МГц. Попадет ли помеха в зеркальный канал приема, если полоса пропускания

линейного тракта 10кГц?

**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 каскодный усилитель обладает большей устойчивостью по сравнению с однотранзисторным УРЧ?
3. В чем заключаются основные отличия УВЧ от УПЧ?
4. Почему требования к уровню электрического шума УПЧ ниже по сравнению с УВЧ?

**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 диодного амплитудного детектора, когда он работает в режиме сильного сигнала.
3. Дайте сравнительную характеристику последовательного и параллельного диодных 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 полностью подавленной несущей и с пилот-сигналом.

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

1. Почему помехоустойчивость приемников ОФМ-сигналов ниже помехоустойчивости приемников ФМ-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 пространственно разнесенном

приеме.

4. Какие параметры приемника изменятся, 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. Радиоприемное устройство как составная часть системы передачи информации. Предмет и задачи курса.
2. Искажения сигнала при его распространении. Замирания сигнала.
3. Структура линейного тракта супергетеродинного приемника. Зеркальный канал приема.
4. Комбинационные каналы приема.
5. Супергетеродин с двукратным преобразованием частоты.
6. Инфрадин. 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. Параметры 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. Внутримкостная 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

## 7 семестр

### Вопросы к экзамену

1. Преобразователи частоты. Требования к смесителям. Искажения сигналов.
2. Схемотехника смесителей. Гетеродины. Сопряжение настроек преселектора и гетеродина.
3. Последовательный диодный амплитудный детектор - принцип работы. Коэффициент

- передачи в режиме сильного сигнала. Входное сопротивление.
4. Нелинейные искажения в амплитудном детекторе.
  5. Воздействие помех на АД.
  6. Анализ АД в режиме слабого сигнала
  7. Параллельный диодный АД.
  8. Фазовые детекторы.
  9. Частотные детекторы.
  10. Воздействие помех на ЧД. Схемы порогопонижения.
  11. Прием АМ- и ОБП-сигналов.
  12. Прием стереоЧМ-сигналов.
  13. Прием фазоманипулированных сигналов. Демодуляторы ФМ - и ОФМ-сигналов. 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 обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Вопросы, структурированные к СРС.

## 6 семестр

### Тема 1. РПУ 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 РПУ:
  - 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) многолучевой прием и узкая полоса частот сигнала;
  - б) однолучевой прием и узкая полоса частот сигнала;
  - в) многолучевой 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 повышенном уровне 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 теплового шума является:
  - а) идеальная емкость;
  - б) идеальная индуктивность;
  - в) транзистор;
  - г) резистор.
2. Источником дробового шума 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 четырехполосника показывает:
  - а) во сколько раз отношение сигнал-шум на входе четырехполосника больше отношения сигнал-шум на его выходе;
  - б) во сколько раз увеличивается сигнал на выходе четырехполосника, по сравнению с входом;
  - в) во сколько раз увеличивается мощность шума на выходе четырехполосника 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 постоянства 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. Преимущество 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) пьезокерамические фильтры (ПКФ);
  - б) фильтры с использованием катушек индуктивности и конденсаторов (LC-фильтры);
  - в) электромеханические фильтры;
  - г) фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ);
  - д) кварцевые фильтры.

### 7 семестр

#### Тема 7. Преобразователи частоты

1. Наибольшее подавление побочных каналов приема наблюдается при использовании в преобразователях частоты смесителей:
  - а) однодиодных;
  - б) одностранзисторных;
  - 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 одиночным 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 обеспечивает:
- а) стереодекодер с двумя разнополярными амплитудными детекторами;
  - б) стереодекодер с временным разделением каналов;
  - в) суммарно-разностный стереодекодер
3. При увеличении числа уровней фазовой манипуляции:
- а) уменьшается вероятность ошибки приема;
  - б) увеличивается вероятность ошибки приема;
  - в) вероятность ошибки не изменяется.

Темы 12,13. Пространственно-временная обработка сигналов. Перспективы развития РПУ

1. Прием сигнала с помощью нескольких антенн, разнесенных 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 компенсация 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	<p>Проектирование устройства приема сигналов с амплитудной модуляцией для Си Би радиостанции.</p> <p>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;</p> <p>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</p>
2	<p>Проектирование устройства приема сигналов с частотной модуляцией для Си Би радиостанции.</p> <p>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;</p> <p>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;          относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала;          максимальная частота модуляции сигнала.</p>
3	<p>Проектирование радиовещательного приемника сигналов с частотной модуляцией.</p> <p>Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания:          относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала <math>10^{-6}</math>;          избирательность по соседнему каналу приема 20 дБ.</p> <p>Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания:          вид звучания (моно или стерео) ;          тип стереодекодера;          тип приемника;</p>

	<p>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.</p>
4	<p>Проектирование радиовещательного приемника сигналов с амплитудной модуляцией.  Параметры устройства, не изменяемые в зависимости от варианта задания:  относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала <math>10^{-6}</math>;  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.</p>

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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

№ п/п	Название и выходные данные (автор, издательство, издание, количество страниц)	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
			Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1	Е.К.Левин Нелинейная и пространственно-временная обработка сигналов в радиоприемных устройствах: конспект лекций по дисциплине «Радиоприемные устройства»	2018	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf">http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf</a>
2	Е.К.Левин. Обработка сигналов в линейном тракте радиоприемного устройства: конспект лекций по дисциплине «Радиоприемные устройства»	2018	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/7065/1/00779.doc">http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/7065/1/00779.doc</a> x
3	Логвинов, В. В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи : учебное пособие / В. В. Логвинов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 816 с. — ISBN 978-5-91359-198-2.	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/90337.html">http://www.iprbookshop.ru/90337.html</a>
Дополнительная литература			

1	Учебно-методическое пособие и задания на курсовой проект Радиоприемные устройства систем мобильной связи / составитель В. В. Логвинов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 44 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61534.html">http://www.iprbookshop.ru/61534.html</a>
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	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046</a>
3	Фалько, А. И. Радиоприемные 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	<a href="http://www.iprbookshop.ru/90598.html">http://www.iprbookshop.ru/90598.html</a>
4	Расчет и схемотехническое моделирование функциональных узлов радиоприемного устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсовому проектированию / Е. К. Левин ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) Владимир : <	2016	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf">http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/4725/1/01519.pdf</a>

## 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.studentlibrary.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 консультаций, 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 31.03.2020

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой 

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2021/2022 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 23.08.22 года

Заведующий кафедрой  Н.Н. Прохорова

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоприемные 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.кафедры \_\_\_\_\_ /Никитин О.Р