

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**

" МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ПРИЕМА СИГНАЛОВ"

**Направление подготовки/специальность:**

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Направленность (профиль) подготовки:**

Мобильные средства связи

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Методы и устройства приема сигналов» является подготовка в области знания теоретических основ, принципов построения устройств приема и обработки сигналов различного назначения.

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы и устройства приема сигналов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации по методам обработки сигналов  Умеет систематизировать методы обработки сигналов с различными видами модуляции  Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками при выборе методов обработки сигналов.	Тестовые вопросы. Практико-ориентированное задание
ПК-1. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ПК-1.1. Знает способы тестирования сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры. ПК-1.2. Умеет	Знает основы схемотехнического моделирования процедур обработки сигналов, основные приемы работы с	Тестовые вопросы. Практико-ориентированное задание Лабораторные работы с

	использовать измерительное оборудование для регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры ПК-1.3. Владеет навыками регулировки сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры	пакетами прикладных программ схемотехнического моделирования Умеет составлять эквивалентные схемы устройств обработки сигналов для последующего моделирования. Владеет: навыками разработки моделей устройств обработки сигналов для последующего их анализа.	физическим и виртуальным оборудованием
ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Знает методы расчета электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов Умеет использовать стандартные программы для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов. Владеет навыками использования стандартных программ для расчета и моделирования электрических принципиальных схем усиления, фильтрации и преобразования сигналов.	Тестовые вопросы. Практико-ориентированное задание Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

**Тематический план**  
**форма обучения – очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Устройства приема сигналов как составная часть систем передачи информации	7	1-2	4	2			14	
2	Амплитудные детекторы	7	3-5	6	2	2	2	14	Рейтинг-контроль 1
3	Детекторы угловой модуляции	7	6-8	6	4	2	2	14	
4	Прием непрерывных сигналов	7	9-10	4	2	6	2	14	Рейтинг-контроль 2
5	Прием цифровых сигналов	7	11-14	8	4	4	3	10	
6	Пространственно-временная обработка сигналов	7	15-16	4	2	4	3	10	
7	Перспективы развития техники приема сигналов	7	17-18	4	2			5	Рейтинг-контроль 3
Всего за 7семестр					36	18	18	81	Экзамен (27час)
8	Супергетеродинный прием.	8	1-3	6	6		3	17	
9	Помехи и искажения сигнала в линейном тракте.	8	4-5	4	4		3	12	Рейтинг-контроль 1
10	Системы автоматических регулировок	8	6-7	4	2		3	12	
11	Входные цепи	8	8	2	4		4	12	Рейтинг-контроль 2
12	Резонансные усилители.	8	9	2	2		4	12	
13	Преобразователи частоты	8	10	2	2		3	12	Рейтинг-контроль 3
Всего за 8семестр					20	20		77	Экзамен (27час)
Наличие в дисциплине КП, КР									КП
Итого по дисциплине					56	38	18	158	экзамен (27час), экзамен (27час), КП

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1. Устройства приема сигналов 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 внутриполосные помехи.  
Усиление и фильтрация принятого сигнала. Демодуляция сигнала.

### Раздел 2 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 3. 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 4. 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 5. 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 6. 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 7. Перспективы развития техники приема сигналов.

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.

## Раздел 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. 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 13. 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.

### **Содержание лабораторных работ по дисциплине**

#### Раздел 2 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 3. 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 4. 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 5. 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».

#### Раздел 9. 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 10. 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 11. 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 12. 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 13. Преобразователи частоты

Тема 1. Назначение, типы преобразователей частоты (ПЧ).  
Основные характеристики.  
Искажения сигнала типа «интерференционный свист».  
Название лабораторной работы «Исследование преобразователя частоты».

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

#### Раздел 2. Амплитудные детекторы

Тема 3. Воздействие помех на АД.  
Параллельный АД.  
Векторная диаграмма.  
Явление амплитудной селекции.  
Тема занятия «Схемотехническое моделирование явления амплитудной селекции».

#### Раздел 3. 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 4. 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 5. 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»
- Раздел 13. 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».

## **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**

#### **7 семестр**

#### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

##### **Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1**

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**

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

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?

## 8 семестр

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1

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 3 МГц, частота гетеродина 2,5 МГц, частота помехи 1,5 МГц. Попадет ли помеха в зеркальный канал приема, если полоса пропускания линейного тракта 10 кГц?

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2

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

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?

## 5.2. Промежуточная аттестация

## 7 семестр

### Вопросы к экзамену

1. Радиоприемное устройство как составная часть системы передачи информации. Предмет и задачи курса.
2. Искажения сигнала при его распространении. Замирания сигнала.
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

### 8 семестр

#### Вопросы к экзамену

1. Преобразователи частоты. Требования к смесителям. Искажения сигналов
2. Схмотехника смесителей. Гетеродины. Сопряжение настроек преселектора и гетеродина
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

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

7 семестр

#### Тема 1. Устройства приема сигналов 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.

#### Темы 2, 3. 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 4.5. 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 6,7. 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.

### **8 семестр**

#### Тема8. 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 9. 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 10. 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 11, 12. 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.

Тема 13. 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 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;
---	--



	<p>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</p>
2	<p>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; относительная нестабильность частоты принимаемого сигнала; максимальная частота модуляции сигнала.</p>
3	<p>Проектирование радиовещательного приемника сигналов с частотной модуляцией. 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. Параметры устройства, изменяемые в зависимости от варианта задания: вид звучания (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.</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;</p>

<p>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
<b>Основная литература</b>			
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.docx">http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/7065/1/00779.docx</a>
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>
<b>Дополнительная литература</b>			
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-	2011	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046</a>

	та, 2011.-78 с.		
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 схмотехническое 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.504-3

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает: кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3); наборы слайдов к лекциям; оборудование специализированной лаборатории (504-3, 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.

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

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 1 от 31.08.26

Заведующий кафедрой РТ и РС for Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол № 1 от 4.08.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой for

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой for О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой for М.А. Радмеева

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_