

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Государственное образовательное бюджетное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет имени**  
**Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

2015г.

« 31 » 03

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА "**

Направление подготовки: 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость (зач. ед, /час.)	Лек- ций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
6	4/144	36	-	36	72	зачет с оценкой
7	5/180	36	36	36	36	экзамен, (36ч.), КП
<b>Итого</b>	9/324	72	36	72	108	экзамен(36ч.), КП, зачет с оценкой

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины «Радиоприемные устройства» (РПУ) являются:**

1. Подготовка в области знания теоретических основ, принципов построения, трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем различного назначения.
2. Формирование практических навыков проектирования трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов.
3. Формирование практических навыков работы с аппаратурой для контроля и измерения параметров радиоприемных устройств.
4. Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности.
  - проектно-конструкторской;
  - производственно-технологической;
  - научно-исследовательской;
  - сервисно-эксплуатационной.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Радиоприемные устройства» относится к базовой части:

***Взаимосвязь с другими дисциплинами***

Курс «Радиоприемные устройства» основывается на знании "Высшей математики", "Физики", «Основ теории цепей», "Цифровых устройств и микропроцессоров", "Схемотехники аналоговых электронных устройств", "Радиотехнических цепей и сигналов".

Полученные знания могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в процессе подготовки и проведения лабораторных исследований и производственных испытаний радиоаппаратуры.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 3.1. Знать:

- основные технические термины на русском и английском языках, относящиеся к области приема и обработки сигналов (ОК-7);
- основы схемотехники и элементную базу аналоговых и цифровых электронных устройств обработки сигналов (ОПК-3);
- принципы работы функциональных узлов аналоговых и цифровых схем, осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов (ОПК-3);
- зависимость показателей качества радиотехнической системы от характеристик и параметров приемного устройства (ОК-7, ОПК-3);
- основные виды преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства (ОПК-3);
- методы обеспечения помехоустойчивости при приеме сигналов (ОК-7, ОПК-3);
- основные этапы проектирования и создания радиоприемных устройств, принципы выбора конструкторских решений (ОК-7, ОПК-3).

### 3.2. Уметь:

- использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиоприемных устройств различного назначения, их подсистем, блоков и (ОК-7, ОПК-3);
- собирать и анализировать данные для расчета радиоприемных устройств (ОК-7, ОПК-3);
- применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации (ОК-7).
- использовать методы экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных (ОК-7, ОПК-3);

### 3.3. Владеть:

- навыками практической работы с измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств (ОК-7, ОПК-3);
- навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных устройств обработки сигналов (ОК-7, ОПК-3);
- методами расчета типовых аналоговых и цифровых устройств (ОПК-3);
- навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств (ОК-7, ОПК-3).

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Радиоприемные устройства»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (час / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Неделя семестра	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	<u>РПУ как составная часть системы передачи информации</u> Общая структура цифровой радиотехнической системы передачи информации. Замирания сигнала и классификация помех. Функции линейного и нелинейного трактов РПУ.	6	1-3	6		6	12		3/25	
2	<u>Супергетеродинный прием</u> Недостатки приемника прямого усиления. Принцип супергетеродинного приема. Побочные каналы приема. Структура супергетеродинного приемника. Подавление		4-6	6		6	12		4/33	Рейтинг-контроль 1

	побочных и соседних каналов приема. Выбор промежуточной частоты. Двукратное преобразование частоты. Инфрадин.									
3.	<u>Помехи и искажения сигнала в линейном тракте</u> Источники электрического шума в линейном тракте. Коэффициент шума и шумовая температура, шумовая температура антенны. Коэффициент шума пассивного устройства, последовательности шумящих четырехполосников. Коэффициент шума линейного тракта. Чувствительность Линейные и нелинейные искажения в линейном тракте. Частотная избирательность.	6	7-9	6		6	12		3/25	
4	<u>Системы автоматических регулировок</u> Система автоматической подстройки частоты (АПЧ). Структурная схема системы частотной автоподстройки (ЧАП). Анализ свойств систем АПЧ. Полосы удержания и захвата. Системы автоматической регулировки усиления (АРУ). Основные характеристики систем АРУ. Быстродействующие АРУ.	6	10-12	6		6	12		3/25	Рейтинг-контроль 2
5.	<u>Входные цепи</u> Типовые структуры входных цепей (ВЦ). Обобщенная эквивалентная схема ВЦ. Анализ одноконтурных ВЦ с фиксированной настройкой и ВЦ, работающих в диапазоне частот. Режимы максимального коэффициента передачи и согласования. Двухконтурные ВЦ. Эквивалентные схемы приемных антенн. Способы перестройки ВЦ. Режимы удлинения и укорочения антенны	6	13-15	6		6	12		3/25	
6	<u>Резонансные усилители</u> Типы и основные характеристики усилителей	6	16-18	6		6	12		3/25	Рейтинг-контроль 3

	сигналов радиочастоты (УРЧ). Обобщенная эквивалентная схема УРЧ и анализ ее работы. Устойчивость УРЧ. Методы обеспечения устойчивости УРЧ. Усилители промежуточной частоты (УПЧ), классификация и характеристики. Типы полосовых фильтров УПЧ									
	Всего в 6 семестре		18	36		36	72		19/26	Зачет с оценкой
<b>Семестр 7</b>										
7.	<u>Преобразователи частоты</u> Назначение, типы и основные характеристики преобразователей частоты (ПЧ). Искажения сигнала типа «интерференционный свист». Анализ диодных и транзисторных ПЧ. Особенности балансных и кольцевых ПЧ. Общие сведения о гетеродинах.	7	1-3	6	6	6	6	+	4,5/25	
8.	<u>Амплитудные детекторы</u> Назначение, типы и основные характеристики амплитудных детекторов (АД). Анализ последовательного диодного детектора в режимах сильного сигнала. Входное сопротивление. Нелинейные искажения. Воздействие помех на АД. Параллельный АД.	7	4-6	6	6	6	6	+	4,5/25	Рейтинг-контроль 1
9.	<u>Детекторы угловой модуляции</u> Фазовые детекторы. Частотные детекторы (ЧД) Воздействие слабых и сильных помех на ЧД. Пороговые свойства ЧД. Схемы порогопонижения.	7	7-9	6	6	6	6	+	4,5/25	
10.	<u>Прием непрерывных сигналов</u> Структуры приемников двухполосных и однополосных амплитудно-модулированных сигналов с полностью подавленной несущей и с пилот-сигналом. Структура радиовещательного стереофонического приемника. Спектр комплексного стереосигнала. Стереодекодеры.	7	10-12	6	6	6	6	+	4,5/25	Рейтинг-контроль 2
11.	<u>Прием цифровых сигналов.</u> Демодуляторы сигналов с	7	13-15	6	6	6	6	+	4,5/25	

	<p>фазовой и относительной фазовой модуляцией (ФМ). Формирователи опорного сигнала для фазового детектора.</p> <p>Демодуляторы сигналов с многоуровневой фазовой, квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ) и с минимальным частотным сдвигом.</p> <p>Приемники сложных сигналов. Подавление комплекса помех при приеме сложных сигналов.</p> <p>Прием сигналов с медленной и быстрой программной перестройкой рабочей частоты.</p>									
12.	<p><u>Пространственно-временная обработка сигналов.</u></p> <p>Уменьшение глубины замираний сигналов с помощью пространственно-разнесенного приема. Оптимальное сложение сигналов. Схемы автовыбора и линейного сложения сигналов. Адаптивная компенсация помех.</p>	7	16-17	4	4	4	4	+	3/25	Рейтинг-контроль 3
13	<p><u>Перспективы развития РПУ.</u></p> <p>Освоение новых диапазонов частот, применение новых видов модуляции сигналов и алгоритмов обработки сигналов. Использование последних разработок в области микропроцессорной техники и средств функциональной микроэлектроники.</p>	7	18	2	2	2	2	+	1,5/25	
Всего в 7 семестре			18	36	36	36	36	КП	27/25	экзамен (36)
Итого			36	72	36	72	108	КП	46/26	Зачет с оценкой , экзамен (36)

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторные

работы, курсовое проектирование). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 46 часов (лабораторные и практические занятия, консультации вне расписания, контрольные мероприятия на лекционных занятиях).

### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, в процессе подготовки к зачету, экзамену, к контрольным мероприятиям (рейтинг-контроль), а также в процессе выполнения расчетно-графической работы и курсового проектирования. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 10 до 15 слайдов по каждой лекции. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются при проведении лабораторных работ.

### **5.4. Лекции приглашенных специалистов**

В рамках учебного курса «Радиоприемные устройства» предусмотрены встречи с представителями российских компаний, выступления и лекции специалистов, в частности доктора технических наук, профессора кафедры основ радиотехники МЭИ (г.Москва) В.Г. Карташева

### **5.5 Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения рейтинговых заданий и лабораторных работ.

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

### **Семестр 6**

#### **6.1. Перечень лабораторных работ**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>
1	Измерение чувствительности и односигнальной частотной избирательности связного приемника (4 час)
2	Измерение двухсигнальной частотной избирательности радиовещательного приемника (4 час)
3	Исследование системы частотной автоподстройки.(4 час)
4	Измерение параметров радиовещательного приемника (8 час)
5	Исследование нелинейных явлений в линейном тракте (4 час)
6	Исследование преселектора (4 час)
7	Исследование усилителя промежуточной частоты (4 час)
8	Исследование преобразователя частоты (4 час)

## 6.2. Темы расчетно-графических работ

1. Расчет структурной схемы линейного тракта супергетеродинного приемника с однократным преобразованием частоты.
2. Расчет структурной схемы линейного тракта супергетеродинного приемника с двукратным преобразованием частоты.
3. Расчет одноконтурной входной цепи.
4. Расчет двухконтурной входной цепи.
5. Расчет одноконтурного усилителя высокой частоты.
6. Расчет каскодного усилителя.

## 6.3. Текущий контроль успеваемости

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

1. Что является причиной селективно-частотных замираний сигнала на входе приемника ?
2. Имеется два приемника: супергетеродин и прямого усиления. Как изменятся параметры приемников при исключении из их структуры:
  - в первом случае только входной цепи?
  - во втором случае только усилителя высокой частоты?
3. В чем состоит основное преимущество супергетеродинного приемника перед приемником прямого усиления?
4. На вход преобразователя частоты поступает сигнал с частотой настройки приемника 100 МГц. Частота гетеродина равна 90 МГц, полосовой фильтр преобразователя настроен на частоту 10 МГц. Определить частоту зеркального канала приема и частоту канала прямого прохождения.
5. Какие параметры приемника изменятся при переходе от однократного к двукратному преобразованию частоты?

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

1. Чем отличается усилитель высокой частоты (МШУ) от усилителя промежуточной частоты?
2. Почему чувствительность приемника определяется, главным образом, уровнем шума усилителя высокой частоты, а не шумом УПЧ?
3. Какой из двух антенных усилителей (АУ) имеет меньший уровень шума, если у первого АУ коэффициент шума  $K_{ш1}=1,6$  (при температуре источника сигнала  $t_1=+50^\circ\text{C}$ ), а для второго АУ -  $K_{ш2}=1,6$  (при  $t_2= -10^\circ\text{C}$ )? Шум на входах АУ обусловлен тепловым шумом внутреннего сопротивления источника сигнала.
4. Приемник имеет полосу пропускания  $\Pi=10$  кГц и настроен на частоту 1 МГц. На вход приемника поступает сумма двух мощных гармонических помех, которые вызывают нелинейный режим усилителя высокой частоты. Возникнет ли явление интермодуляции 3-го порядка, если частоты помех равны 1,1 МГц и 1,25 МГц?
5. При наличии эффекта блокирования определяется частотная избирательность по соседнему каналу приема двумя методами. В первом случае избирательность определяется односигнальным методом, во втором – двухсигнальным методом. Где значение избирательности окажется выше?
6. На входе приемника отношение сигнал-шум  $P_c/P_{ш} = 10$ . Определить отношение сигнал-шум на выходе линейного тракта, если фидер и функциональные узлы тракта имеют следующие параметры.

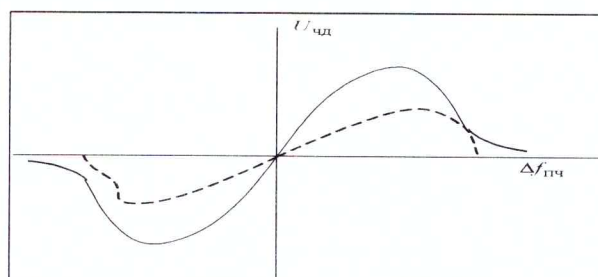
Функциональный узел	Коэф-нт передачи по мощности	Коэф-нт шума
---------------------	------------------------------	--------------



Фидер	0,8	?
Входная цепь	0,5	?
Усилитель высокой частоты	10	2
Преобразователь частоты	2	4
Усилитель ПЧ	10000	3

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3

1. К каким негативным последствиям приведет исключение системы АРУ из состава приемника?
2. С какой целью в системе АРУ используется напряжение задержки?
3. Почему многокольцевая система АРУ является более быстродействующей по сравнению с однокольцевой АРУ?
4. К каким негативным последствиям приведет исключение системы АПЧГ из состава приемника?
5. Дайте сравнительную характеристику следующих вариантов связи ВЦ с внешними устройствами: автотрансформаторная, трансформаторная, внутриемкостная, внешнеемкостная, комбинированная
6. В каких случаях следует выбирать режим удлинения антенны, а в каких случаях – укорочения?
7. Что означает понятие «устойчивость» усилителя?
8. В системе АПЧГ изменили характеристику частотного дискриминатора следующим образом: уменьшили крутизну и максимальный коэффициент передачи. Как изменятся параметры АПЧГ?



### 6.4. Тест-контроль самостоятельной работы студентов

#### Тема1 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) многолучевый прием и узкая полоса частот сигнала;

- б) однолучевый прием и узкая полоса частот сигнала;
- в) многолучевый прием и широкая полоса частот сигнала.

## Тема2 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 четырехполюсника показывает:
  - а) во сколько раз отношение сигнал-шум на входе четырехполюсника больше отношения сигнал-шум на его выходе;
  - 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 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.

## 6.5. 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

## Семестр 7

### 6.6. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы
1	Исследование входной цепи на основе схемотехнического моделирования (8час)
2	Исследование резонансных усилителей на основе схемотехнического моделирования (8час)
3	Исследование амплитудного детектора на основе схемотехнического моделирования (8час)
4	Исследование канала связи (4 час)

5	Исследование приемника КАМ-сигналов в системе Matlab (4час)
6	Исследование адаптивной фильтрации в системе Matlab (4 час)

### 6.7. Темы практических занятий

№ п/п	Тема занятия
1.	Проведение расчетов и построение графиков в системе Matlab
2.	Расчет структурной схемы супергетеродинного приемника АМ-сигналов с однократным преобразованием частоты
3.	Расчет структурной схемы супергетеродинного приемника ЧМ-сигналов с однократным преобразованием частоты
4.	Расчет структурной схемы супергетеродинного приемника с двукратным преобразованием частоты
5.	Расчет одноконтурной входной цепи
6.	Расчет двухконтурной входной цепи
7.	Расчет УВЧ по постоянному току
8.	Расчет УВЧ по переменному току
9.	Моделирование преселектора

### 6.8. 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;</p>

	<p>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;  чувствительность;  избирательность по соседнему каналу;  избирательность по зеркальному каналу приема;  отношение сигнал-шум на выходе демодулятора;  максимальная частота модуляции сигнала.</p>

## 6.9. 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?

### 6.10. Тест-контроль самостоятельной работы студентов

#### 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 внутрисполосные 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.

**6.11. 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 стерео ЧМ-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

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература** *(библиотека ВлГУ).*

1. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А Радиомониторинг: задачи, методы, средства [Электронный ресурс] / Под ред. А.М. Рембовского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012 - 640 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202367.html>
2. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте: учебник / Г.В. Горелов и др.; под ред. Г.В. Горелова. - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2013. - 532 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890356642.html>
3. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591173.html>
4. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Колосовский Е.А. - 2-е изд. - М. : Горячая линия – Телеком, 2012 - 456 с <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202657.html>

### **Дополнительная литература.**

1. Исследование устройств приема и обработки сигналов: метод. указания к лабораторным работам/ Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т.- Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007.-60 с. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1195>
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. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046>
3. Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Головин О.В. - М. : Горячая линия - Телеком., 2012 - 783 с., ISBN 978-5-9912-0196-4.- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201964.html>

4. В. Ф. Кравченко Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / В. Ф. Кравченко - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007 - 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871-  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108713.html>

**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.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (304-3);

**Примечания:**

Общее число подготовленных слайдов более 200, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 «Радиотехника»

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

Сторонний рецензент(ы)  ген.директор «ВКБР», к.т.н. А.Е. Богданов

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 12 от 30.03.2015

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 9 от 31.03.2015 года

Председатель комиссии  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ *ЕРНИВЦУК*

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 \_\_\_\_\_