

**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

« 31 » 03 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ПРИЕМА РАДИОФИЗИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ"**

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)
7	7/252	36	36	36	108	экзамен (36ч.)
<b>Итого</b>	7/252	36	36	36	108	экзамен (36ч.)

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» (МУПРФС) 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 «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» относится к вариативной части (дисциплины по выбору)

### ***Взаимосвязь с другими дисциплинами***

Курс «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» 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: «Методы и устройства приема радиофизических сигналов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	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
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КП		
1.	<u>Устройства приема радиофизических сигналов как составная часть системы мониторинга поверхности Земли</u> Общая структура цифровой радиотехнической системы мониторинга. Замирания сигнала и классификация помех. Функции линейного и нелинейного трактов приемного устройства.	7	1	2	2	4	6	+	1,5/19	
2	<u>Супергетеродинный прием</u> Недостатки приемника прямого усиления. Принцип супергетеродинного приема. Побочные каналы приема. Структура	7	2-3	4	4	4	12	+	3/25	

	супергетеродинного приемника. Подавление побочных и соседних каналов приема. Выбор промежуточной частоты. Двукратное преобразование частоты.									
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 четырехполюсников. Коэффициент шума линейного тракта. Чувствительность Линейные и нелинейные искажения в линейном тракте. Частотная избирательность.	7	4-5	4	4	4	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.	7	6	2	2		6	+	1,5/38	Рейтинг-контроль 1
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.	7	7-8	4	4	4	12	+	3/25	
6	<u>Резонансные усилители</u> Типы и основные характеристики усилителей сигналов радиочастоты (УРЧ). Обобщенная эквивалентная	7	9-10	4	4	4	12	+	3/25	



	схема УРЧ и анализ ее работы. Устойчивость УРЧ. Методы обеспечения устойчивости УРЧ. Усилители промежуточной частоты (УПЧ). Типы полосовых фильтров УПЧ									
7.	<u>Преобразователи частоты</u> Назначение, типы и основные характеристики преобразователей частоты (ПЧ). Искажения сигнала типа «интерференционный свист». Особенности балансных и кольцевых ПЧ. Общие сведения о гетеродинах.	7	11	2	2	4	6	+	1,5/19	Рейтинг-контроль 2
8.	<u>Амплитудные детекторы</u> Назначение, типы и основные характеристики амплитудных детекторов (АД). Анализ последовательного диодного детектора в режимах сильного сигнала. Нелинейные искажения. Воздействие помех на АД. Параллельный АД.	7	12	2	2		6	+	1,5/38	
9.	<u>Детекторы угловой модуляции</u> Фазовые детекторы. Частотные детекторы (ЧД) Воздействие слабых и сильных помех на ЧД. Пороговые свойства ЧД. Схемы порогопонижения.	7	13	2	2	4	6	+	1,5/19	
10.	<u>Прием непрерывных сигналов</u> Структуры приемников двухполосных и однополосных амплитудно-модулированных сигналов с пилот-сигналом.	7	14-15	4	4	4	12	+	3/25	
11.	<u>Прием цифровых сигналов с искусственных спутников Земли.</u> Демодуляторы сигналов с фазовой и относительной фазовой модуляцией (ФМ). Формирователи опорного сигнала для фазового детектора. Демодуляторы сигналов с многоуровневой фазовой, квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ). Приемники сложных сигналов. Подавление комплекса помех при приеме сложных сигналов. Прием сигналов с медленной и быстрой программной	7	16-17	4	4	4	12	+	3/25	Рейтинг-контроль 3

	перестройкой рабочей частоты.									
12	Перспективы развития РПУ. Освоение новых диапазонов частот, применение новых видов модуляции сигналов и алгоритмов обработки сигналов. Использование последних разработок в области микропроцессорной техники и средств функциональной микроэлектроники.	7	18	2	2		6	+	1,5/38	
Всего			18	36	36	36	108	КП	27/25	экзамен (36ч)

## 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 аудиторские работы, курсовое проектирование). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 27 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 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 «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» 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

### 6.1. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы
1	Исследование системы частотной автоподстройки.(4 час)
2	Измерение чувствительности и односигнальной частотной избирательности приемника (4 час)
3	Измерение параметров радиовещательного приемника (4 час)
4	Исследование канала связи (4 час)
5	Исследование преселектора (4 час)
6	Исследование усилителя промежуточной частоты (4 час)
7	Исследование преобразователя частоты (4 час)
8	Исследование нелинейных явлений в линейном тракте (4 час)
9	Исследование входной цепи на основе схемотехнического моделирования (4час)

### 6.2. 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

### 6.3. Темы курсовых проектов

1	<p>Проектирование устройства приема сигналов с амплитудной модуляцией</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 приемника коэффициент модуляции 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>
2	<p>Проектирование устройства приема сигналов с частотной модуляцией  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 приемника;  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 приемника сигналов с частотной модуляцией для систем оповещения.  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:  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 приемника сигналов с амплитудной модуляцией для систем оповещения.  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>

#### 6.4. Текущий контроль успеваемости

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

1. Что является причиной селективно-частотных замираний сигнала на входе



- приемника ?
- 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?
  - В чем состоит основное преимущество супергетеродинного приемника перед приемником прямого усиления?
  - 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.
  - Какие параметры приемника изменятся при переходе от однократного к двукратному преобразованию частоты?
  - Чем отличается усилитель высокой частоты (МШУ) от усилителя промежуточной частоты?
  - Почему чувствительность приемника определяется, главным образом, уровнем шума усилителя высокой частоты, а не шумом УПЧ?
  - 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.
  - 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?
  - 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?
  - 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

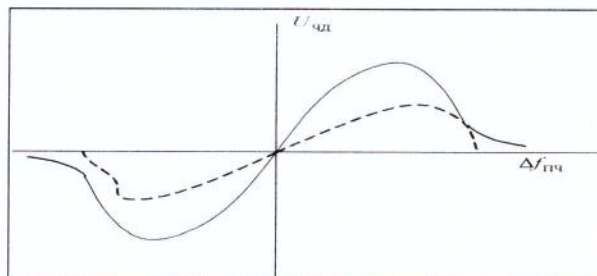
### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2

- К каким негативным последствиям приведет исключение системы АРУ из состава приемника?
- С какой целью в системе АРУ используется напряжение задержки?
- Почему многокольцевая система АРУ является более быстродействующей по сравнению с однокольцевой АРУ?
- К каким негативным последствиям приведет исключение системы АПЧГ из состава приемника?
- Дайте сравнительную характеристику следующих вариантов связи ВЦ с внешними



устройствами: автотрансформаторная, трансформаторная, внутриемкостная, внешнеемкостная, комбинированная

6. Что означает понятие «устойчивость» усилителя?
7. В системе АПЧГ изменили характеристику частотного дискриминатора следующим образом: уменьшили крутизну и максимальный коэффициент передачи. Как изменятся параметры АПЧГ?



8. Укажите причину возникновения искажений сигнала типа «интерференционный свист», возникающих в смесителе.

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

1. Укажите причины возникновения нелинейных искажений выходного напряжения диодного амплитудного детектора, когда он работает в режиме сильного сигнала.
2. Дайте сравнительную характеристику последовательного и параллельного диодных амплитудных детекторов.
3. Укажите причину появления «порога» при частотном детектировании.
4. К чему приведет исключение фазовращателя из схемы частотного детектора, использующей фазовое детектирование сигнала?
5. Дайте сравнительную характеристику приемников ОБП-сигналов с полностью подавленной несущей и с пилот-сигналом.
6. Почему помехоустойчивость приемников ОФМ-сигналов ниже помехоустойчивости приемников ФМ-сигналов?
7. Чем объясняется повышенная помехоустойчивость приема КАМ-сигналов по сравнению с приемом ФМ-сигналов?

### 6.5. Вопросы к экзамену

1.	Устройства приема радиофизических сигналов как составная часть системы мониторинга поверхности Земли. 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.	Источники электрического шума в линейном тракте.
7.	Коэффициент шума и шумовая температура.
8.	Шумовая температура антенны. Коэффициент шума пассивного устройства.
9.	Коэффициент шума последовательности шумящих четырехполосников.
10.	Чувствительность приемного устройства.
11.	Основные нелинейные эффекты в линейном тракте.



12.	Частотная избирательность приемного устройства.
13.	Автоматическая подстройка частоты гетеродина. Линейный режим.
14.	Нелинейный режим автоматической подстройки частоты гетеродина. Особенности эксплуатации приемного устройства.
15.	Система автоматической регулировки усиления. Назначение. Принципы построения.
16.	Амплитудная характеристика системы автоматической регулировки усиления. Параметры системы автоматической регулировки усиления.
17.	Коэффициент передачи одноконтурной входной цепи
18.	Режимы максимального усиления и согласования для входной цепи.
19.	Виды связей контура входной цепи с внешними элементами. Двухконтурные входные цепи. Способы настройки входной цепи. Особенности электронной настройки.
20.	Зависимость резонансного коэффициента передачи входной цепи от частоты настройки (индуктивная связь с антенной).
21.	Внутриемкостная связь контура входной цепи с нагрузкой и индуктивная связь с антенной – коэффициент передачи.
22.	Особенности входных цепей для настроенных антенн.
23.	Коэффициент усиления одноконтурного усилителя радиочастоты.
24.	Влияние внутренней обратной связи на устойчивость одноконтурного усилителя радиочастоты.
25.	Повышение устойчивости усилителя радиочастоты.
26.	Усилитель промежуточной частоты – два принципа построения. Виды полосовых фильтров для усилителей промежуточной частоты
27.	Преобразователи частоты. Требования к смесителям. Искажения сигналов.
28.	Схемотехника смесителей. Гетеродины.
29.	Последовательный диодный амплитудный детектор - принцип работы. Коэффициент передачи в режиме сильного сигнала.
30.	Нелинейные искажения в амплитудном детекторе.
31.	Воздействие помех на АД.
32.	Анализ АД в режиме слабого сигнала
33.	Параллельный диодный АД.
34.	Фазовые детекторы.
35.	Частотные детекторы.
36.	Воздействие помех на ЧД. Схемы порогопонижения.
37.	Прием АМ- и ОБП-сигналов.
38.	Прием стерео ЧМ-сигналов.
39.	Прием фазоманипулированных сигналов. Демодуляторы ФМ - и ОФМ-сигналов. Формирователь опорного напряжения.
40.	Прием сигналов с минимальным частотным сдвигом
41.	Многоуровневая ФМ, КАМ.
42.	Прием сложных сигналов.
43.	Прием с перестройкой рабочей частоты. Пропускная способность канала связи
44.	Перспективы развития техники радиоприемных устройств

## 6.6. Тест-контроль самостоятельной работы студентов

### Тема1 Приемное устройство 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 приемного устройства:



- 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.

## **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.

#### 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 10,11,12. Прием непрерывных сигналов. Прием цифровых сигналов. Перспективы развития РПУ

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 увеличении числа уровней фазовой манипуляции:
  - а) уменьшается вероятность ошибки приема;
  - б) увеличивается вероятность ошибки приема;
  - в) вероятность ошибки не изменяется.
3. Четвертому поколению систем сотовой связи соответствует стандарт
  - а) GSM;
  - б) LTE;
  - в) WiMAX2.

## **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. 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. 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>
4. 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>

### **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 15/16 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*ОРНИКИН*

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*ОРНИКИН*

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Российской Федерации  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
Кафедра Радиотехники и радиосистем

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

О.Р.Никитин  
инициалы, фамилия

« 31 » 03 2015

  
подпись

Основание:  
решение кафедры  
от « 30 » 03 2015

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы и устройства приема радиofизических сигналов  
наименование дисциплины

11.03.01 – Радиотехника  
код и наименование направления подготовки

бакалавриат  
Уровень высшего образования

Владимир, 2015



## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Устройства приема радиофизических сигналов как составная часть системы мониторинга поверхности Земли	ОК-7	Тестовые вопросы
2	Супергетеродинный прием	ОПК-3	Тестовые вопросы
3	Помехи и искажения сигнала в линейном тракте	ОК-7	Тестовые вопросы
4	Системы автоматических регулировок	ОК-7	Тестовые вопросы
5	Входные цепи	ОПК-3	Тестовые вопросы
6	Резонансные усилители	ОПК-3	Тестовые вопросы
7	Преобразователи частоты	ОПК-3	Тестовые вопросы
8	Амплитудные детекторы	ОПК-3	Тестовые вопросы
9	Детекторы угловой модуляции	ОПК-3	Тестовые вопросы
10	Прием непрерывных сигналов	ОК-7	Тестовые вопросы
11	Прием цифровых сигналов с искусственных спутников Земли.	ОК-7	Тестовые вопросы
12	Перспективы развития РПУ	ОК-7	Тестовые вопросы

Комплект оценочных средств по дисциплине «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Методы и устройства приема радиофизических сигналов», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по дисциплине «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» включает:

1. Тестовые вопросы как систему проверки стандартизированных знаний, позволяющую провести процедуру измерения уровня знаний и умений студентов на практических занятиях и при проведении рейтинг-контроля.

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме контрольных вопросов для проведения экзамена.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Радиоприемные устройства» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника»

<b><i>ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию</i></b>		
<b><i>Знать</i></b>	<b><i>Уметь</i></b>	<b><i>Владеть</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные технические термины на русском и английском языках, относящиеся к области приема и обработки сигналов;</li> <li>- зависимость показателей качества радиотехнической системы от характеристик и параметров приемного устройства;</li> <li>- методы обеспечения помехоустойчивости при приеме сигналов;</li> <li>- основные этапы проектирования и создания радиоприемных устройств, принципы выбора конструкторских решений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиоприемных устройств различного назначения, их подсистем и блоков;</li> <li>- собирать и анализировать данные для расчета радиоприемных устройств;</li> <li>- применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;</li> <li>- использовать методы экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практической работы с измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств;</li> <li>- навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных устройств обработки сигналов;</li> <li>- навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств.</li> </ul>
<b><i>ОПК-3 - способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей</i></b>		
<b><i>Знать</i></b>	<b><i>Уметь</i></b>	<b><i>Владеть</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы схемотехники и элементную базу аналоговых и цифровых электронных устройств обработки сигналов;</li> <li>- принципы работы функциональных узлов аналоговых и цифровых схем, осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов;</li> <li>- зависимость показателей качества радиотехнической системы от характеристик и параметров приемного устройства;</li> <li>- основные виды преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства;</li> <li>- методы обеспечения помехоустойчивости при приеме сигналов;</li> <li>- основные этапы проектирования и создания радиоприемных устройств, принципы выбора конструкторских решений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиоприемных устройств различного назначения, их подсистем и блоков;</li> <li>- собирать и анализировать данные для расчета радиоприемных устройств;</li> <li>- использовать методы экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств и основные приемы обработки экспериментальных данных;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практической работы с измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств;</li> <li>- навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных устройств обработки сигналов;</li> <li>- методами расчета типовых аналоговых и цифровых устройств;</li> <li>- навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств.</li> </ul>



## Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «Методы и устройства приема радиофизических сигналов»

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» предполагает тестовые вопросы как систему проверки стандартизированных знаний, позволяющую провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся на практических занятиях и при проведении рейтинг-контроля.

### Критерии оценки студентов на тестовые вопросы рейтинг-контроля

Оценка выполнения тестов	Критерий оценки
0,5 балла за правильный ответ на 1 вопрос	Правильно вписанный развернутый ответ на вопрос

Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности ответов на тестовые вопросы	15-20 мин.
2.	Число вопросов в тесте	3

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Методы и устройства приема радиофизических сигналов»

### Тестовые вопросы к рейтинг-контролю №1

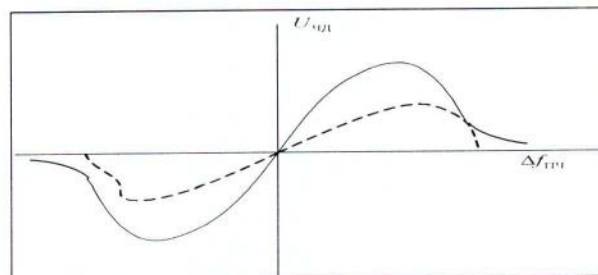
1. Что является причиной селективно-частотных замираний сигнала на входе приемника ?
2. Имеется два приемника: супергетеродин и прямого усиления. Как изменятся параметры приемников при исключении из их структуры:  
- в первом случае только входной цепи?  
- во втором случае только усилителя высокой частоты?
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?
6. Чем отличается усилитель высокой частоты (МШУ) от усилителя промежуточной частоты?
7. Почему чувствительность приемника определяется, главным образом, уровнем шума усилителя высокой частоты, а не шумом УПЧ?
8. 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.
- Приемник имеет полосу пропускания  $\Pi=10$  кГц и настроен на частоту 1МГц. 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 1,1МГц и 1,25МГц?
  - 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?
  - 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

### Тестовые вопросы к рейтинг-контролю № 2

- К каким негативным последствиям приведет исключение системы АРУ из состава приемника?
- С какой целью в системе АРУ используется напряжение задержки?
- Почему многокольцевая система АРУ является более быстродействующей по сравнению с однокольцевой АРУ?
- К каким негативным последствиям приведет исключение системы АПЧГ из состава приемника?
- Дайте сравнительную характеристику следующих вариантов связи ВЦ с внешними устройствами: автотрансформаторная, трансформаторная, внутриемкостная, внешнеемкостная, комбинированная
- Что означает понятие «устойчивость» усилителя?
- В системе АПЧГ изменили характеристику частотного дискриминатора следующим образом: уменьшили крутизну и максимальный коэффициент передачи. Как изменятся параметры АПЧГ?



- Укажите причину возникновения искажений сигнала типа «интерференционный свист», возникающих в смесителе.



### Тестовые вопросы к рейтинг-контролю № 3

1. Укажите причины возникновения нелинейных искажений выходного напряжения диодного амплитудного детектора, когда он работает в режиме сильного сигнала.
2. Дайте сравнительную характеристику последовательного и параллельного диодных амплитудных детекторов.
3. Укажите причину появления «порога» при частотном детектировании.
4. К чему приведет исключение фазовращателя из схемы частотного детектора, использующей фазовое детектирование сигнала?
5. Дайте сравнительную характеристику приемников ОБП-сигналов с полностью подавленной несущей и с пилот-сигналом.
6. Почему помехоустойчивость приемников ОФМ-сигналов ниже помехоустойчивости приемников ФМ-сигналов?
7. Чем объясняется повышенная помехоустойчивость приема КАМ-сигналов по сравнению с приемом ФМ-сигналов?

### Тест-контроль самостоятельной работы студентов

#### Тема1. Устройства приема радиофизических сигналов как составная часть системы мониторинга поверхности Земли

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.

#### 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 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 и 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.

### **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 10,11,12. Прием непрерывных сигналов. Прием цифровых сигналов с искусственных спутников Земли. Перспективы развития РПУ

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.
4. Четвертому поколению систем сотовой связи соответствует стандарт
  - а) GSM;
  - б) LTE;
  - в) WiMAX2.

**Регламент проведения мероприятия и оценивания решения задач на практических занятиях**

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» в учебном плане предусмотрены практические задания, что позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

Регламент проведения мероприятия



№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности решения задачи	5-7 мин.
2.	Внесение исправлений в представленное решение	до 2 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 1 мин.
	Итого (в расчете на одну задачу)	до 10 мин.

Критерии оценки решения контрольной работы (2 задачи)

Оценка	Критерии оценивания
<b>5 баллов</b>	задачи решены полностью, в представленном решении обоснованно получен правильный ответ.
<b>4 балла</b>	задачи решены полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена вычислительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
<b>2 балла</b>	задачи решены частично.
<b>0 баллов</b>	решение неверно или отсутствует.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Методы и устройства приема радиофизических  
сигналов»**

**Вопросы к экзамену**

1.	Устройства приема радиофизических сигналов как составная часть системы мониторинга поверхности Земли. 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.	Источники электрического шума в линейном тракте.
7.	Коэффициент шума и шумовая температура.
8.	Шумовая температура антенны. Коэффициент шума пассивного устройства.
9.	Коэффициент шума последовательности шумящих четырехполосников.
10.	Чувствительность приемного устройства.
11.	Основные нелинейные эффекты в линейном тракте.
12.	Частотная избирательность приемного устройства.
13.	Автоматическая подстройка частоты гетеродина. Линейный режим.
14.	Нелинейный режим автоматической подстройки частоты гетеродина. Особенности эксплуатации приемного устройства.
15.	Система автоматической регулировки усиления. Назначение. Принципы построения.
16.	Амплитудная характеристика системы автоматической регулировки усиления. Параметры системы автоматической регулировки усиления.
17.	Коэффициент передачи одноконтурной входной цепи
18.	Режимы максимального усиления и согласования для входной цепи.
19.	Виды связей контура входной цепи с внешними элементами. Двухконтурные входные



	цепи. Способы настройки входной цепи. Особенности электронной настройки.
20.	Зависимость резонансного коэффициента передачи входной цепи от частоты настройки (индуктивная связь с антенной).
21.	Внутриемкостная связь контура входной цепи с нагрузкой и индуктивная связь с антенной – коэффициент передачи.
22.	Особенности входных цепей для настроенных антенн.
23.	Коэффициент усиления одноконтурного усилителя радиочастоты.
24.	Влияние внутренней обратной связи на устойчивость одноконтурного усилителя радиочастоты.
25.	Повышение устойчивости усилителя радиочастоты.
26.	Усилитель промежуточной частоты – два принципа построения. Виды полосовых фильтров для усилителей промежуточной частоты
27.	Преобразователи частоты. Требования к смесителям. Искажения сигналов.
28.	Схемотехника смесителей. Гетеродины.
29.	Последовательный диодный амплитудный детектор - принцип работы. Коэффициент передачи в режиме сильного сигнала.
30.	Нелинейные искажения в амплитудном детекторе.
31.	Воздействие помех на АД.
32.	Анализ АД в режиме слабого сигнала
33.	Параллельный диодный АД.
34.	Фазовые детекторы.
35.	Частотные детекторы.
36.	Воздействие помех на ЧД. Схемы порогопонижения.
37.	Прием АМ- и ОБП-сигналов.
38.	Прием стерео ЧМ-сигналов.
39.	Прием фазоманипулированных сигналов. Демодуляторы ФМ - и ОФМ-сигналов. Формирователь опорного напряжения.
40.	Прием сигналов с минимальным частотным сдвигом
41.	Многоуровневая ФМ, КАМ.
42.	Прием сложных сигналов.
43.	Прием с перестройкой рабочей частоты. Пропускная способность канала связи
44.	Перспективы развития техники радиоприемных устройств

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов семестре (в соответствии с Положением)**

Рейтинг-контроль 1	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	До 10 баллов
Рейтинг контроль 3	До 15 баллов
Посещение занятий студентом	До 5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)	До 5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	До 15 баллов

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «Методы и устройства приема радиоп физических сигналов» на экзамене**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины в семестре (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам. Студент пишет ответы на вопросы и задания экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4,



на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10 -19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «Методы и устройства приема радиофизических сигналов» в течение семестра равна 100.

Разработал проф. каф. РТ и РС



Е.К.Левин