

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра радиотехнических систем

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета



(подпись)

**И.С. Огнев**

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
**«Радиоприемные устройства»**

Направление подготовки  
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «18» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиоприемные устройства» являются приобретение знаний по основам теории работы, методов анализа и проектирования основных типов устройств, предназначенных для приема и обработки электромагнитных колебаний различных частотных диапазонов, знакомство с параметрами и характеристиками приемных устройств, с основными техническими и конструктивными требованиями к ним. Изучение основ построения радиоприемной аппаратуры.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части блока Б.1 и входит в раздел «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» (Б1.В.06).

Дисциплина основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Физика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения и операционное исчисление. Разностные уравнения», «Электроника», «Основы теории цепей». Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины будут востребованы при изучении дисциплин профессионального цикла и при подготовке выпускных квалификационных работ.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен осуществлять сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач в области радиотехники, осуществлять поиск, анализ и выбор методов их решения.	<b>ИД_ПК-1.1</b> Осуществляет сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач.	<b>Знать:</b> - классификацию радиоприемных устройств, их функции, параметры и характеристики, основные типы структурных схем; - принципы и особенности построения радиоприемных устройств различных частотных диапазонов, амплитудно-модулированных и частотно-модулированных сигналов; - пути развития радиоприёмных устройств. <b>Уметь:</b> - составлять и анализировать схемы радиоприемных устройств с заданными характеристиками; - осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования радиоприемных устройств. <b>Владеть:</b> - навыками определения основных параметров и характеристик радиоприемных устройств, анализа сигнальной обстановки; - методиками обработки и представления экспериментальных данных.

	<b>ИД_ПК-1.2</b> Проводит анализ и обоснованный выбор методов решения профессиональных задач в области радиотехники	<b>Знать:</b> - типовые методики моделирования радиоприемных устройств различного назначения. <b>Уметь:</b> выполнять математическое моделирование радиоприемных устройств, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. <b>Владеть:</b> - методиками математического моделирования радиоприемных устройств, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; - методиками обработки и представления экспериментальных данных.
--	--	--

#### 4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачёт. ед., 108 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1.	Введение в дисциплину. Общие сведения о РПрУ	7	1						
2.	Функции, характеристики и классификация РПрУ	7	1	1		1		2	задания для самостоят. работы
3.	Помехи радиоприёму. Шумовые параметры и чувствительность РПрУ	7	1					2	задания для самостоят. работы
4.	Входные устройства радиоприёмников	7	1	1	2			2	задания для самостоят. работы; отчёт по лабораторной работе 1
5.	Усилители радиосигналов	7	2	2		1		2	задания для самостоят. работы
6.	Преобразователи частоты	7	1	1	2			2	задания для самостоят. работы; отчёт по лабораторной работе 2
7.	Детекторы радиосигналов	7	1	1	6			2	задания для самостоят. работы; отчёты по лабораторным работам 3,4
8.	Устройства расширения динамического диапазона	7	1		4			2	задания для самостоят. работы; отчёт по лабораторной работе 6

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
9.	Синтезаторы частот и сигналов	7	1	2		1			
10.	Нелинейные явления в радиотракте	7	1						
11.	Автоматическая настройка и подстройка частоты	7	1	1	2	1		2	задания для самостоят. работы; отчёт по лабораторной работе 5
12.	РПРУ амплитудно-модулированных сигналов	7	2	2					
13.	РПРУ частотно-модулированных сигналов	7	2	1		1			
14.	Радиолокационные и радионавигационные приёмные устройства	7		4				3	устный опрос, задания для самостоят. работы
	Консультация перед экзаменом					2			
	Промежуточная аттестация						0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего</b>	7	17	17	17	5		16	
	<b>ИТОГО</b>	7	17	17	17	7	0,5	49,5	108
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								

#### Содержание разделов дисциплины

1. **Введение в дисциплину. Общие сведения о РПРУ.** Краткие сведения из истории развития. Основные определения. Назначение и область применения устройств приёма и преобразования сигналов.

2. **Функции, характеристики и классификация РПРУ.** Функции, основные характеристики и параметры радиоприёмников. Операции обработки сигналов. Классификация РПРУ. радиоприёмники прямого усиления. Супергетеродинные радиоприёмники. Цифровые радиоприёмники.

3. **Помехи радиоприёму. Шумовые параметры и чувствительность приёмника.** Физическая природа шумов. Внешние помехи. Внутренние помехи. Шумы элементов устройств приема и преобразования сигналов. Шумовые показатели. Чувствительность приёмника.

4. **Входные устройства радиоприёмников.** Назначение входных устройств и требования, предъявляемые к ним. Общие сведения. Входные устройства на элементах с сосредоточенными параметрами. Входные устройства на элементах с распределёнными

параметрами. Устройства защиты и переключения трактов. Входные устройства радиоприёмников метрового диапазона волн.

**5. Усилители радиосигналов.** Общие сведения об усилителях радиосигналов. Основные характеристики и параметры. Усилители радиочастоты на элементах с сосредоточенными параметрами. Усилители промежуточной частоты. Усилители промежуточной частоты с фильтрами сосредоточенной селекции. Схемные решения малошумящих усилителей СВЧ диапазона. Усилители на туннельных диодах. Параметрические усилители на полупроводниковых диодах. Квантовые усилители.

**6. Преобразователи частоты.** Классификация преобразователей частоты. Принцип работы преобразователя частоты, основные характеристики и параметры. Математический анализ процесса преобразования частоты. Частотный план радиоприёмника. Дополнительные каналы приёма в супергетеродинном радиоприёмнике. Подавление зеркального канала. Выбор промежуточной частоты. Диодные, транзисторные и балансные преобразователи частоты.

**7. Детекторы радиосигналов.** Общие сведения о детекторах. Амплитудные детекторы. Прохождение сигнала и шума через амплитудный детектор. Пиковые детекторы. Частотные детекторы (частотные дискриминаторы). Фазовые детекторы. Цифровые демодуляторы. IQ-демодулятор. Система восстановления несущей частоты и система восстановления тактовой частоты цифровых радиоприёмников. Когерентная демодуляция, Восстановление несущей непосредственно из информационного сигнала, схема Костаса.

**8. Устройства расширения динамического диапазона.** Динамический диапазон приёмного тракта. Общие сведения об устройствах расширения динамического диапазона. Основы построения схем автоматической регулировки усиления (АРУ). Анализ работы систем АРУ с обратной связью. Нормирующие АРУ в многоканальном приёмном тракте. Шумовая АРУ. Цифровой автоматический регулятор порога. Цифровая шумовая автоматическая регулировка усиления. Временная АРУ. Логарифмические усилители.

**9. Синтезаторы частот и сигналов.** Общие сведения о синтезаторах частот и сигналов. Основные характеристики и параметры. Классификация синтезаторов. Синтезаторы косвенного типа на основе импульсных систем фазовой автоподстройки частоты. Прямые вычислительные синтезаторы. Комбинированные синтезаторы.

**10. Нелинейные явления в радиотракте.** Блокирование. Перекрёстная модуляция. Взаимная модуляция.

**11. Автоматическая настройка и подстройка частоты.** Назначение и принципы построения систем АНЧ и АПЧ. Основные характеристики и параметры. Система фазовой автоподстройки частоты. Система частотной автоподстройки частоты. Основы теории. Показатели качества.

**12. Радиоприёмники амплитудно-модулированных сигналов.** Структурная схема радиоприёмника АМ сигналов. Радиоприёмники однополосных сигналов. Требования к приёмнику однополосных сигналов (ОПС). Структурные схемы приёмников ОПС. Помехоустойчивость приёмника ОПС.

**13. Радиоприёмники частотно-модулированных сигналов.** Структурные схемы приёмников ЧМ сигналов. Искажения ЧМ сигналов в общем радиотракте приёмника. Особенности детектирования ЧТ сигналов.

**14. Радиолокационные и радионавигационные приёмные устройства.** Общие вопросы приёма радиолокационных и радионавигационных сигналов. Закономерности обработки радиолокационных и радионавигационных сигналов. Особенности построения и структурные схемы типовых радиолокационных и радионавигационных приёмных устройств.

Перечень лабораторных работ:

1. Лабораторная работа «Входная цепь».
2. Лабораторная работа «Преобразователь частоты».

3. Лабораторная работа «Частотный детектор».
4. Лабораторная работа «Амплитудный детектор».
5. Лабораторная работа «Фазовая автоподстройка частоты».
6. Лабораторная работа «Автоматическая регулировка усиления».

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – даёт первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных учёных, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также даётся анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, чёткая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

На практических занятиях студенты решают поставленные перед ними задачи под руководством (контролем) преподавателя. Обсуждение процесса решения задачи и оценка правильности полученного результата (постановки задачи, выбора метода её решения, проверка полученного результата и т.д.) в ходе практического занятия производится коллективно студентами под руководством преподавателя.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты решения заданий, выполненных студентами самостоятельно.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Радиоприемные устройства» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;

- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Подлесный, С.А. Устройства приема и обработки сигналов: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.А. Подлесный, Ф.В. Зандер. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 352 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229382>
2. Пушкарев, В.П. Устройства приема и обработки сигналов: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.П. Пушкарев. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радио-электроники, 2012. - 201 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208658>

### **б) дополнительная литература**

1. Велигоша, А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Велигоша. - Ставрополь: СКФУ, 2014. - Ч. 1. - 196 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457774>
2. Велигоша, А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов: учебное пособие (курс лекций) [Электронный ресурс] / А.В. Велигоша. - Ставрополь: СКФУ, 2014. - Ч. 2. - 230 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457775>
3. Чистяков, Н.И. Радиоприемные устройства: учебник для вузов / Н. И. Чистяков, В. М. Сидоров; под ред. Н. И. Чистякова; М-во связи СССР. – М.: Связь, 1974. – 408 с.
4. Радиотехнические системы: учебник для вузов / под ред. Ю. М. Казаринова – М.: Академия, 2008. – 590 с.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:


- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.


Автор(ы) :

Профессор кафедры радиотехнических систем, д.т.н.  
(должность, ученая степень)

  
(подпись)

Казаков Л.Н.  
(Фамилия И.О.)

Профессор кафедры радиотехнических систем, д.т.н.  
(должность, ученая степень)

  
(подпись)

Цыбульник А.Н.  
(Фамилия И.О.)



**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Радиоприёмные устройства»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

*(данные задания выполняются студентом самостоятельно  
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)*

**Задания для самостоятельной работы**

Задания для самостоятельной работы по теме № 2 **Функции, характеристики и классификация РПрУ.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Операции обработки сигналов в радиоприёмных устройствах (предварительная и основная обработки сигналов).
2. Классификация радиоприёмных устройств по признакам:
  - области применения;
  - диапазону частот;
  - виду принимаемых сигналов;
  - виду модуляции принимаемых радиосигналов;
  - месту установки, способу питания и управления.

Задания для самостоятельной работы по теме № 3 **Помехи радиоприёму. Шумовые параметры и чувствительность приёмника.**

Расчёт шумовых показателей и определение чувствительности радиоприёмных устройств.

1. Шумовые показатели радиоприёмных устройств:
  - коэффициент шума;
  - шумовая температура;
  - относительная шумовая температура;
  - обобщенный коэффициент шума;
  - мера шума.
2. Чувствительность радиоприёмных устройств:
  - пороговая чувствительность;
  - предельная чувствительность;
  - реальная чувствительность.

Методика измерения предельной чувствительности радиоприёмных устройств.

Задания для самостоятельной работы по теме № 4 **Входные устройства радиоприёмников.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Входные устройства на элементах с сосредоточенными параметрами (ёмкостные, трансформаторные, автотрансформаторные).
2. Входные устройства перестраиваемые по частоте.

3. Входные устройства на многозвенных фильтрах (частотная избирательность и количество звеньев во входном устройстве).
4. Входные устройства радиоприёмников метрового диапазона волн.

Задания для самостоятельной работы по теме № 5 **Усилители радиосигналов.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Усилители радиочастоты метрового диапазона волн (каскадное включение усилительных приборов).
2. Усилители радиочастоты на элементах с сосредоточенными параметрами.
3. Усилители промежуточной частоты. Достоинства и недостатки УПЧ 1-го типа, УПЧ 2-го типа на парах взаимно расстроенных каскадов, УПЧ 2-го типа на тройках расстроенных каскадов, УПЧ 3-го типа, УПЧ 4-го типа (с фильтрами сосредоточенной селекции).
4. Схемные решения маломощных усилителей СВЧ диапазона.
5. Усилители на туннельных диодах.
6. Параметрические усилители на полупроводниковых диодах.
7. Квантовые усилители.

Задания для самостоятельной работы по теме № 6 **Преобразователи частоты.**

Выбор (обоснованный в соответствии с противоречивыми требованиями) промежуточной частоты супергетеродинного радиоприёмника. Методика выбора промежуточной частоты (инженерный компромисс).

Частотный план супергетеродинного радиоприёмника в соответствии с выбранной промежуточной частотой. Основной и дополнительные каналы приёма (прямой, побочные, зеркальный) в супергетеродинном радиоприёмнике.

Предложения по подавлению зеркального канала приёма.

Задания для самостоятельной работы по теме № 6: Диодные, транзисторные и балансные преобразователи частоты.

Задания для самостоятельной работы по теме № 7 **Детекторы радиосигналов.**

1. Пиковые детекторы.
2. Цифровые демодуляторы. IQ-демодулятор.
3. Система восстановления несущей частоты и система восстановления тактовой частоты цифровых радиоприёмников.
4. Восстановление несущей непосредственно из информационного сигнала, схема Костаса.

Задания для самостоятельной работы по теме № 8 **Устройства расширения динамического диапазона.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Системы АРУ с обратной связью.
2. Нормирующие АРУ в многоканальном приемном тракте.
3. Шумовая АРУ.
4. Цифровой автоматический регулятор порога.
5. Цифровая шумовая автоматическая регулировка усиления.
6. Логарифмические усилители.

Задания для самостоятельной работы по теме №11 **Автоматическая настройка и подстройка частоты.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

Система фазовой автоподстройки частоты.

Разностная система автоподстройки частоты. Структурная схема, особенности работы.

Задания для самостоятельной работы по теме № 14 **Радиолокационные и радионавигационные приёмные устройства.**

Вопросы для самостоятельного изучения.

1. Особенности построения и структурные схемы типовых радиолокационных приёмных устройств.
2. Особенности построения и структурные схемы типовых радионавигационных приёмных устройств.

Степень сформированности компетенции по результатам выполнения самостоятельной работы определяются следующим образом: фрагментарные, не структурированные знания соответствуют пороговому уровню; сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания соответствуют продвинутому уровню; сформированные систематические знания соответствуют высокому уровню.

## **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

### **Список вопросов к экзамену**

1. Общие сведения о радиоприемных устройствах. Назначение и область применения устройств приема и преобразования сигналов.
2. Функции и основные характеристики и параметры приёмников. Операции обработки сигналов.
3. Классификация радиоприемных устройств. Приемники прямого усиления. Супергетеродинные приемники.
4. Помехи радиоприёму. Физическая природа шумов. Внешние помехи. Внутренние помехи.
5. Шумы элементов устройств приема и преобразования сигналов. Шумовые показатели. Чувствительность приёмника.
4. Назначение входных устройств и требования, предъявляемые к ним.
5. Входные устройства на элементах с сосредоточенными параметрами.
6. Входные устройства на элементах с распределёнными параметрами.
7. Общие сведения об усилителях радиосигналов. Основные характеристики и параметры.
8. Классическая теория линейного усилителя радиосигналов.
9. Волновая теория линейного усилителя радиосигналов.
10. Усилители радиочастоты на элементах с сосредоточенными параметрами.
11. Усилители промежуточной частоты. Усилители промежуточной частоты с фильтрами сосредоточенной селекции.
12. Малошумящие усилители СВЧ диапазона.
13. Усилители на туннельных диодах.
14. Параметрические усилители на полупроводниковых диодах.
15. Преобразователи частоты. Классификация преобразователей частоты. Принцип работы преобразователя частоты. Основные характеристики и параметры.
16. Частотный план приемника. Выбор промежуточной частоты.
17. Транзисторные преобразователи частоты.
18. Диодные преобразователи частоты. Балансные преобразователи частоты. Подавление зеркального канала.
19. Детекторы радиосигналов. Общие сведения о детекторах.
20. Амплитудные детекторы.
21. Пиковые детекторы.
22. Фазовые детекторы (скалярные перемножители).
23. Частотные детекторы (частотные дискриминаторы).
24. Прохождение сигнала и шума через амплитудный детектор.
25. Динамический диапазон приемного тракта. Общие сведения об устройствах расширения динамического диапазона.
26. Основы построения схем автоматической регулировки усиления АРУ.
27. Системы АРУ импульсных приёмников с обратным действием.
28. Шумовая АРУ.
29. Временная АРУ.
30. Логарифмические усилители.
31. Нелинейные явления в радиотракте. Блокирование и ее оценка.
32. Перекрестная модуляция и ее оценка.
33. Взаимная модуляция и ее оценка.
34. Синтезаторы частот и сигналов. Основные характеристики и параметры.
35. Синтезаторы косвенного типа на основе импульсных систем фазовой автоподстройки частоты.
36. Прямые вычислительные синтезаторы.

37. Назначение и принципы построения систем АНП и АПЧ. Основные характеристики и параметры.
38. Система фазовой автоподстройки частоты. Назначение и основные характеристики.
39. Система частотной автоподстройки частоты. Назначение и основные характеристики.
40. Элементы цифровых устройств. Цифровые фильтры.
41. Цифровые демодуляторы квазигармонических колебаний.
42. Цифровой автоматический регулятор порога.
43. Цифровая шумовая автоматическая регулировка усиления.
44. Радиоприемники амплитудно-модулированных сигналов. Структурные схемы радиоприемника АМ, АТ сигналов. Помехоустойчивость.
45. Радиоприемники однополосных сигналов. Структурные схемы. Помехоустойчивость.
46. Радиоприемники частотно-модулированных сигналов. Структурные схемы ЧМ, ЧТ сигналов. Помехоустойчивость.
47. Общие вопросы приёма радиолокационных сигналов. Особенности построения и структурные схемы типовых радиолокационных приёмных устройств.
48. Общие вопросы приёма радионавигационных сигналов. Особенности построения и структурные схемы типовых радионавигационных приёмных устройств.

### **Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 0,5 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом учебной дисциплины; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию учебной дисциплины.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах учебной дисциплины, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или даёт неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; даёт неполные ответы, логика и

последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Радиоприемные устройства»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Радиоприемные устройства» являются лекции, причём в достаточно большом объёме. Это связано с тем, что в основе дисциплины лежит специальный математический аппарат, с помощью которого «Радиоприемные устройства» позволяет решать довольно сложные и громоздкие задачи. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путём применения его к конкретным задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом статистической радиотехники.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы статистической радиотехники. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома ещё раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом статистической радиотехники и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде самостоятельных работ (в аудитории) в ходе изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце всего курса изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и один практический. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Радиоприемные устройства» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объёмом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является необходимым условием успешного изучения дисциплины.

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для **самостоятельной работы** рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в разделе 8 данной рабочей программы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) даёт возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.). Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет. та и через Личный кабинет.