

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Поволжский государственный университет сервиса» (ФГБОУ ВО «ПВГУС»)  
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования  
ФИО: Выборнова Любовь Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 12.11.2024 12:52:38  
Уникальный программный ключ:  
с3b3b9c625f6c113afa2a2c42baff9e05a38b76e  
Высшая школа передовых производственных технологий

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б.1.О.02.05. «РАДИОЧАСТОТНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ»**

Направление подготовки:

**11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль):

**«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

Квалификация выпускника: **магистр**

Рабочая программа дисциплины «Радиочастотные интерфейсы» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - магистратуры по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017г №958

Составители:

\_\_\_\_\_  
Д.Т.Н., доцент  
(учёная степень, учёное звание)

\_\_\_\_\_  
В.И. Воловач  
(ФИО)

РПД обсуждена на заседании Высшей школы передовых производственных технологий (ВШППТ)

26 сентября 2023 г. протокол №1

И.о. директора ВШППТ

\_\_\_\_\_  
Д.Т.Н., доцент  
(уч. степень, уч. звание)

\_\_\_\_\_  
В.И. Воловач  
(ФИО)

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- изучение теоретических сведений и получение практического опыта для анализа, проектирования, разработки, моделирования и исследования радиочастотных устройств и систем;
- изучение спектральных характеристик радиосигналов, принципов модуляции и демодуляции, методов и алгоритмов обработки таких сигналов, а также изучение основных типов радиочастотных устройств, таких как антенны, передатчики и приемники;
- формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций в области использования информационно-коммуникационных технологий.

## 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Основание (ПС) *для профессиональных компетенций
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические принципы и методы накопления, передачи и обработки информации ИОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций	<b>Знает:</b> фундаментальные законы природы и основные физические математические принципы <b>Умеет:</b> применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций <b>Владеет:</b> методами накопления, передачи и обработки информации; навыками применения физических законов и математических методов для решения задач теоретического и прикладного характера в области инфокоммуникаций	
ОПК-2. Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ИОПК-2.4. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом исследования современных инфокоммуникационных систем и /или их составляющих	<b>Знает:</b> принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи <b>Умеет:</b> исследовать современные инфокоммуникационные системы и сети различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации <b>Владеет:</b> передовым отечественным и зарубежным опытом исследования современных инфокоммуникационных систем и /или их составляющих	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы магистратуры (Б.1.О.02. Общепрофессиональный модуль).

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем и структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **6 з.е. (216 час.)**, их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице.

Виды учебных занятий и работы обучающихся	Трудоёмкость, час
<b>Общая трудоёмкость дисциплины, час</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего), в т.ч.:</b>	<b>48/16</b>
Занятия лекционного типа (лекции)	12/8
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	36/8
<b>Лабораторные работы</b>	-/-
<b>Самостоятельная работа всего, в т.ч.:</b>	<b>141/191</b>
Самоподготовка по темам (разделам) дисциплины	141/191
Выполнение курсового проекта /курсовой работы	-/-
<b>Контроль (часы на экзамен, зачет)</b>	<b>27/9</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Экзамен</b>

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, заочной форм обучения

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

В процессе освоения дисциплины может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе освоения дисциплины обучающиеся обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде и электронно-библиотечным системам.

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<b>Тема 1. Введение в радиочастотные (РЧ) системы.</b> Основное содержание: 1. Радиочастотная техника. 2. Основные законы в технике радиосвязи; электромагнитные волны. 3. Принципы и особенности построения радиосистем. 4. Беспроводная связь. 5. Особенности расчетов в радиосвязи.	1/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				10/12	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2:	<b>Тема 2. Модуляция и обработка радиосигналов.</b> Основное содержание:	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
ИОПК-2.4.	1. Параметры радиосигналов. 2. Двухтональные радиосигналы. 3. Аналоговая модуляция. 4. Цифровая модуляция. 5. Частотно-манипулированные и фазоманипулированные сигналы; модуляция FSK и PSK.. 6. Квадратурная амплитудная модуляция (QAM). 7. Эффективность модуляции. 8. Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр. 9. Спектры сигналов с линейной модуляцией.					темам лекционных занятий
	<b>Практическое занятие №1.</b> «Квадратурная амплитудная модуляция (QAM)»			4/4		Отчет по практической работе
	<b>Практическое занятие №2.</b> «Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр»			4/-		Отчет по практической работе
	<b>Практическое занятие №3.</b> «Спектры сигналов с линейной модуляцией»			4/-		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				20/26	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<b>Тема 3. Манипуляция сигналов связи.</b> Основное содержание: 1. Двоичная фазовая манипуляция (BPSK). 2. Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK). 3. Квадратурная фазовая манипуляция. (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK). 4. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK). 5. Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK). 6. Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). 7. Другие виды манипуляции ( $3\pi/8$ -8PSK, Rotating Eight-State Phase Shift Keying и пр.).	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	<b>Практическое занятие №4.</b> «Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK)»			6/-		Отчет по практической работе
	<b>Практическое занятие №5.</b> «Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK)»			6/-		Отчет по практической работе
	<b>Практическое занятие №6.</b>			4/-		Отчет по

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
	«Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK)»					практической работе
	<b>Практическое занятие №7.</b> «Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK)»			4/4		Отчет по практической работе
	<b>Практическое занятие №8.</b> «Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK)»			4/-		Отчет по практической работе
	Самостоятельная работа				30/40	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<b>Тема 4. Интерференция и искажение.</b> Основное содержание: 1. Помехи от соседних каналов. 2. Влияние смежных каналов. 3. Шумы, искажения и схемы созвездий.	1/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				10/14	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<b>Тема 5. Передатчики и приемники.</b> Основное содержание: 1. Модуляция одиночной и двойной боковой полос. 2. История технологии модуляции и демодуляции. Построение передатчиков и приемников. 3. Восстановление несущей. 4. Построение современных радиопередающих устройств и систем (квадратурная, частотная и полярная модуляция и модуляторы). 4. Построение современных радиоприемных устройств и систем (виды преобразования частоты, приемник с низкой ПЧ, аналого-цифровое преобразование, двухсторонний приемник двойного преобразования и пр.). 5. Программно-определяемые устройства: SDR квадратурный модулятор, SDR передатчик, цифровая QAM; SDR квадратурный демодулятор, SDR приемник).	2/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий
	Самостоятельная работа				20/30	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<b>Тема 6. Антенны и радиочастотные линии связи.</b> Основное содержание: 1. РЧ антенны.	1/1				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час	Самостоятельная работа, час	
	<p>2. Резонансные антенны, антенны конечного размера.</p> <p>3. Антенны бегущей волны.</p> <p>4. Параметры антенн.(плотность и интенсивность излучения, направленность и усиление антенны, эффективная изотропная излучаемая мощность, эффективный размер апертуры).</p> <p>5. Радиочастотный канал (путь распространения, резонансное рассеяние, пропадание сигнала, потери канала и потери пути, зоны Френеля, модель распространения в мобильной среде).</p> <p>6. Распределение многолучевого распространения и задержки (задержка распространения, межсимвольные помехи).</p> <p>7. Радиопомехи (план повторного использования частот и пр.).</p> <p>8. Антенная решетка.</p>					занятий
	Самостоятельная работа				17/24	Самостоятельное изучение учебных материалов
ОПК-1: ИОПК-1.1., ИОПК-1.2. ОПК-2: ИОПК-2.4.	<p><b>Тема 7. Радиочастотные системы.</b></p> <p>Основное содержание:</p> <p>1. Широковещательные, симплексные, дуплексные, диплексные и мультиплексные операции (определения Международного союза электросвязи и пр.).</p> <p>2. Сотовая связь (концепция сотовой связи, персональные услуги связи, поток вызовов и передача обслуживания, помехи от соседних каналов)..</p> <p>3. Схемы множественного доступа.</p> <p>4. Эффективность использования спектра.</p> <p>5. Выигрыш от обработки (энергия бита, усиление кодирования, увеличение коэффициента усиления, расширение усиления с точки зрения пропускной способности, частота ошибок символов и частота ошибок битов).</p> <p>4. История сотовых систем связи и радиосистем (множественный доступ с кодовым разделением каналов (CDMA), множественный доступ с разделением кода</p>	3/2				Лекция-визуализация (в т.ч. в ЭИОС) Тестирование по темам лекционных занятий

Планируемые результаты освоения: код формируемой компетенции и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		Контактная работа			Самостоятельная работа, час	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические работы, час		
	<p>прямой последовательности, многолучевые и многоотводные приемники, 3G, широкополосная CDMA).</p> <p>5. 4G, радиосвязь четвертого поколения (ортогональное мультиплексирование с частотным разделением, множественный доступ с ортогональным частотным разделением каналов, циклический префикс, сравнение FDD и TDD, несколько входов, несколько выходов, агрегация несущих, IEEE802.11n, OFDM модулятор).</p> <p>6. 5G, радиосвязь пятого поколения (радиомодуль ячеистой сети, когнитивное радио, MIMO, активные антенные системы, работа на микроволновой частоте и в миллиметровом диапазоне, неортогональный множественный доступ).</p> <p>7. 6G, радиосвязь шестого поколения (радарные системы и пр.).</p>					
	Самостоятельная работа				34/45	Самостоятельное изучение учебных материалов
	<b>ИТОГО</b>	<b>12/8</b>		<b>36/8</b>	<b>141/191</b>	

Примечание: -/- объем часов соответственно для очной, заочной форм обучения

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов **образовательных технологий**:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания;*
- *электронное обучение;*
- *проблемное обучение;*
- *разбор конкретных ситуаций;*
- *информационные технологии: ЭИОС ПВГУС.*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

### **4.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или в ЭИОС университета.

В ходе лекционных занятий рекомендуется конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения (конспектируются).

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **4.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа/ на практических занятиях**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с

будущей профессиональной деятельностью в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: решение прикладной задачи при изучении темы 2,3.

#### **4.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение учебной литературы по курсу.
2. Работу с ресурсами Интернет.
3. Самостоятельное изучение учебных материалов.
4. Решение практических ситуаций в виде кейсов.
5. Изучение практических материалов деятельности конкретных предприятий.
6. Подготовка рефератов.
7. Подготовку к тестированию по темам курса.
8. Подготовку к промежуточной аттестации: экзамен по курсу.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный учебный курс, созданный в ЭИОС университета <http://sdo.tolgas.ru/>

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

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Вся литература, включенная в данный перечень, представлена в виде электронных ресурсов в электронной библиотеке университета (ЭБС). Литература, используемая в печатном виде, представлена в научной библиотеке университета в объеме не менее 0,25 экземпляров на одного обучающегося.

#### **Основная литература**

1. Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике : учеб. пособие / А. А. Данилин, Н. С. Лавренко ; под ред. А. А. Данилина. - Изд. 3-е, стер. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 408 с. - ([Учебники для вузов. Специальная литература]). - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/254642> (дата обращения: 06.06.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-44962-0. - Текст : электронный.

2. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи : учеб. пособие / Ю. Т. Зырянов, В. Л. Удовикин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносков. - Изд. 4-е, стер. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 318 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/249854> (дата обращения: 06.06.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-44923-1. - Текст : электронный.

3. Журавлев, А. Е. Инфокоммуникационные системы. Аппаратное обеспечение : учебник / А. Е. Журавлев, А. Е. Макшанов, А. В. Иванищев. - Изд. 3-е, стер. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2024. - 391 с. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/412106> (дата обращения: 06.06.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-507-50110-6 : 0-00. - Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**

4. Логвинов, В. В. Приемники систем фиксированной и мобильной связи : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. 11.03.02 "Инфоком. технологии и системы связи" (уровень - бакалавриат) / В. В. Логвинов. - Документ read. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 816 с. - URL: <https://znanium.com/read?id=369876> (дата обращения: 19.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-91359-198-2. - Текст : электронный.

5. Галкин, В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров «Телекоммуникации» / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2019. - 590 с. : ил. - Прил. - ISBN 978-5-9912-0185-8 : 711-04. - Текст : непосредственный.

6. Системы радиосвязи и радиодоступа : учеб. пособие / А. А. Гельцер, Р. Р. Абенов, Е. В. Рогожников [и др.] ; Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. - Документ read. - Томск : Изд-во ТУСУРа, 2018. - 105 с. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/313694> (дата обращения: 19.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-86889-816-7. - Текст : электронный.

7. Кашкаров, А. П. Современные антенны / А. П. Кашкаров. - Москва : РадиоСофт, 2015. - 168 с. : табл. - Прил. - ISBN 978-5-93037-253-3 : 397-00. - Текст : непосредственный.

8. Финкенцеллер, К. Справочник по RFID. Теоретические основы и практическое применение индуктивных радиоустройств, транспондеров и бесконтактных чип-карт / К. Финкенцеллер ; [пер. с нем. Н. М. Сойунханова]. - Москва : Додэка-XXI, 2008. - 488 с. : ил., табл., схем. - Предм. указ. - ISBN 978-5-94120-151-8 : 448-47. - Текст : непосредственный

9. Мелихов, С. В. Аналоговое и цифровое радиовещание : учеб. пособие для студентов специальностей 200700 "Радиотехника", 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение", 201400 "Аудиовизуал. техника", 201500 "Бытовая радиоэлектрон. аппаратура" / С. В. Мелихов ; ФГБОУ ВПО Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники (ТУСУР). - Документ read. - Томск

: ТУСУР, 2015. - 233 с. - Прил. - URL: <https://reader.lanbook.com/book/110337> (дата обращения: 27.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 5-86889-108-2. - Текст : электронный.

## 5.2. Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

1. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>. – Загл. с экрана.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Загл с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
9. Cisco VIRL (Virtual Internet Routing Lab) предоставляет масштабируемую, расширяемую среду проектирования и моделирования сетей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://learningnetwork.cisco.com/s/virl>. – Загл. с экрана.

## 5.3. Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием следующего программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства:

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
2.	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3.	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)
4.	Браузер	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)
5.	Wireshark	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (свободно распространяемое)

## **6. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов.

**Занятия лекционного типа.** Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

**Занятия семинарского типа.** Учебные аудитории для занятий семинарского типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Промежуточная аттестация.** Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

**Самостоятельная работа.** Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде университета. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

- компьютерные классы университета;
- библиотека (медиазал), имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

**Электронная информационно-образовательная среда университета (ЭИОС).** Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) <http://sdo.tolgas.ru/> из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

## **7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре – 100.

#### Шкала оценки результатов освоения дисциплины, сформированности результатов обучения

Форма проведения промежуточной аттестации	Шкалы оценки уровня сформированности результатов обучения		Шкала оценки уровня освоения дисциплины		
	Уровневая шкала оценки компетенций	100 балльная шкала, %	100 балльная шкала, %	5-балльная шкала, дифференцированная оценка/балл	недифференцированная оценка
Экзамен	допороговый	ниже 61	ниже 61	«неудовлетворительно» / 2	не зачтено
	пороговый	61-85,9	61-69,9	«удовлетворительно» / 3	зачтено
			70-85,9	«хорошо» / 4	зачтено
	повышенный	86-100	86-100	«отлично» / 5	зачтено

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами (по накопительному рейтингу). Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень),** если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень),** если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается несформированным,** если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

### Формы текущего контроля успеваемости

Формы текущего контроля	Количество контрольных точек	Количество баллов за 1 контр. точку	Макс. возм. кол-во баллов
Отчет по практической работе	8	8	64
Тестирование по темам лекционных занятий	3	8	24
Творческий рейтинг (участие в конференциях, олимпиадах и т.п.)	1	10	12
<b>Итого по дисциплине</b>			<b>100 баллов</b>

Система оценивания представлена в электронном учебном курсе по дисциплине <http://sdo.tolgas.ru/>.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### 8.2.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

#### Практическая работа 1. «Квадратурная амплитудная модуляция (QAM)».

Содержание:

1. Сравнение средних энергий QAM-16 и PAM-16 (многоуровневая AM) при одинаковом минимальном расстоянии между сигнальными точками созвездия.
2. Сравнение по средней энергии QAM-16 с прямоугольной сеткой и гексагональной при равном минимальном расстоянии.

#### Практическая работа 2. «Формирующий фильтр на примере фильтра Найквиста. Согласованный фильтр».

Содержание:

1. Расчет отклика согласованного фильтра на последовательность двоичных цифр -1 и +1.
2. Функция автокорреляции сигнала, с которым согласован фильтр.
3. Расчет вероятности ошибки на выходе согласованного фильтра (с отсчетным устройством и устройством принятия решения) при кодировании битов чипами (-1+1-1+1) и (+1-1+1-1).
4. Построение графиков для импульсных и частотных характеристик фильтра Найквиста.

#### Практическая работа 3. «Спектры сигналов с линейной модуляцией».

Содержание:

1. Расчет спектра прямоугольного, треугольного импульса и импульса типа косинус на пьедестале.
2. Расчет спектра плотности мощности сигнала в виде последовательности равновероятных и независимых биполярных прямоугольных импульсов.

#### Практическая работа 4. «Дифференциальная бинарная фазовая манипуляция (DBPSK)».

Содержание:

1. Векторная модуль DBPSK-сигнала.
2. Дифференциальный кодер и декодер и его статистика.
2. Средняя энергия на один бит.
4. Расчет битовой вероятности ошибки для заданного отношения сигнал-шум.

#### Практическая работа 5. «Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). QPSK со смещением (OQPSK)».

Содержание:

1. Векторная диаграмма QPSK-сигнала.
2. Код Грея.
3. Вероятность битовой ошибки в зависимости от символьной.
4. Средняя энергия на один бит.
5. Расчет битовой вероятности ошибки для заданного отношения сигнал-шум.

#### Практическая работа 6. «Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK)».

Содержание:

1. Делитель частоты на четыре.
2. Математически удобная интерпретация дибитов 00, 01, 10 и 11 как целых чисел 0, 1, 2, 3.
3. Дифференциальный кодер и декодер по модулю четыре и его статистика.

**Практическая работа 7.** «Частотная манипуляция (FSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK)».

Содержание:

1. Построение осциллограмм для схемы формирования MSK сигналов на основе OQPSK.

**Практическая работа 8.** «Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK)».

Содержание:

1. Аналитический расчет спектра гауссовского импульса.

2. Оценка полосы частот по уровню 3 дБ и длительности импульса по уровню 0,1.

3. Сравнение произведения этих двух параметров с единицей (принцип неопределенности).

### **8.3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен (по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования).

Устно-письменная форма по экзаменационным билетам предполагается, как правило, для сдачи академической задолженности.

#### **Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

**ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора**

1. Радиочастотная технология – это...
2. Какие из перечисленных технологий не относятся к радиочастотным:
  - a): NFC
  - b): LoRa
  - c): LTR-M
  - d): нет ни одного правильного ответа
3. Радиотехническая система представляет собой техническую систему, в которой...
4. Какие из выполняемых функций относят к функциям информационных радиосистем:
  - a): передача информации
  - b): разрушение информации
  - c): извлечение информации
  - d): все представленные ответы
5. Какие из названных топологий относятся к беспроводным технологиям:
  - a): общая шина
  - b): кольцевая
  - c): точка-многоточка
  - d): все названные
6. Отношение максимального приращения огибающей модулирующих колебаний к амплитуде несущего колебания называют...
7. Устройство, выполняющее функции модуляции несущей синусоиды на передающей стороне и демодуляции на приемной стороне, носит название...
8. При каком виде аналоговой модуляции спектр сигнала уже:
  - a): фазовой
  - b): частотной
  - c): балансной
  - d): однополосной
9. Процесс преобразования цифровых символов в сигналы, совместимые с характеристиками канала связи – это...
10. База фазоманипулированного сигнала равна:
  - a): 2
  - b):  $2\pi$
  - c): числу импульсов в сигнале
  - d): верхней частоте сигнала

11. В том случае, когда передаваемый сигнал модулирует и амплитуду, и фазу несущего колебания одновременно и независимо, то речь идет о...
12. В структурной схеме квадратурного модулятора входят:
  - a): два балансных модулятора и сумматор ВЧ сигналов
  - b): балансный модулятор
  - c): два балансных модулятора
  - d): балансный модулятор и сумматор ВЧ сигналов
13. Пусть амплитуда прямоугольного импульса с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) составляет 10 В, длительность 5 мкс, частота несущей модулированного сигнала 5 ГГц, девиация частоты несущей 50 МГц. База такого ЛЧМ-сигнала составит:
  - a): 25
  - b): 250
  - c): 125
  - d): 75
14. Линейный оптимальный фильтр, предназначенный для максимизации отношения сигнал/шум при приеме сигнала на фоне белого шума, называют...
15. При двоичной фазовой манипуляции BPSK множеству значений информационного сигнала ставится в однозначное соответствие множество значений...

**ОПК-2: Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации**

16. При квадратурной фазовой манипуляции QPSK фаза может принимать четыре разных значения:
  - a):  $\pi/4, -\pi/4, 3\pi/4, -3\pi/4$
  - b):  $\pi/8, \pi/4, 3\pi/8, 3\pi/4$
  - c):  $0, -\pi/2, \pi/2, \pi$
  - d):  $0, -\pi/4, -\pi/2, \pi$
17. Величину, определяющую во сколько раз разнос частот манипуляции превышает битовую скорость, называют...
18. Манипуляцию с минимальным фазовым сдвигом MSK можно сформировать на основе:
  - a): CPFSK
  - b): OQPSK
  - c): BPSK
  - d): GMSK
19. Ширина полосы пропускания гауссовского фильтра при GMSK манипуляции составляет:
  - a): 99 кГц
  - b): 81,3 кГц
  - c): 1,1 МГц
  - d): 20 кГц
20. Между микропроцессорной системой и устройствами ввода-вывода происходит обмен информацией двух типов: ...
21. Какой вид помех возникает по основному каналу приема при передаче в одной полосе частот двух или более независимых каналов?
22. Преимуществами модуляции боковой полосы SSB не являются:
  - a): снижение вероятности затухания сигнала
  - b): увеличение возможности передачи большего количества сигналов
  - c): снижение шума
  - d): снижение качества сигнала при малой стабильности частоты передатчика и приемника
23. Наиболее общим подходом для синтеза устройств восстановления несущей является использование критерия...
24. Двойное преобразование частоты используется для:
  - a): увеличения энергоэффективности преобразования

- b): большего разнесения частот зеркального и основного каналов, а также получения высокой селективности по соседнему каналу и устойчивого усиления
  - c): увеличения помехозащищенности приемного устройства
  - e): нет ни одного правильного ответа
25. Резонансные антенны обычно работают в режиме...
26. Коэффициент усиления антенны – это:
- a): произведение коэффициента полезного действия антенны на ее действующую высоту
  - b): произведение коэффициента направленного действия антенны на ее коэффициент полезного действия
  - c): произведение коэффициента направленного действия антенны на ее внутреннее сопротивление
  - d): ни одно из описанных определений
27. Когерентная полоса частот многолучевого канала определяется:
- a): как первый момент распределения мощности
  - b): как второй момент распределения мощности
  - c): как обратная величина к среднеквадратичной времени задержки
  - d): пропорционально среднеквадратичному времени задержки
28. Дуплексный режим предусматривает...
29. Множественный доступ с разделением времени имеет аббревиатуру...
30. Что из нижеперечисленного не является преимуществом OFDM-модуляции:
- a): борьба с узкополосными помехами
  - b): канальная эквализация
  - c): низкая символьная скорость
  - d): большая длительность защитного интервала