

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.8 Радиопередающие устройства

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети

Курс 4
Семестр 7, 8

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>180 / 5</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>4</u>	часов
Лабораторные работы	<u>8</u>	часов
Практические занятия	<u>-</u>	часов
Иная контактная работа	<u>-</u>	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	<u>12</u>	часов
Контактная работа по экзамену	<u>6</u>	часов
Курсовой проект (работа)	<u>-</u>	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	<u>132</u>	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	<u>30</u>	часов
Экзамен	<u>8</u>	семестр
Зачет	<u>-</u>	семестр
БРК, ДЗ	<u>-</u>	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиС	СОГЛАСОВАНО	В.В. Овчинников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
31.01.2022	протокол №	1	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, Директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ИД ПК-3.1 Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационно	знания: Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования умения: навыки:
	ИД ПК-3.2 Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих	знания: умения: Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих навыки:
	ИД ПК-3.3 Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг	знания: умения: навыки: Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Радиоприемные устройства (ПК-3), Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства (ПК-3), Электропитание устройств и систем

телекоммуникаций (ПК-3), Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы (ПК-3)
Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы теории и схемотехники генераторов	36	ПК-3
Лекция. Общие сведения о РПДУ. Функциональные схемы генераторов с внешним возбуждением и с самовозбуждением. Обобщенный активный элемент и его свойства. Режимы работы активных элементов генераторов с внешним возбуждением и с самовозбуждением. Выбор режима АЭ. Нагрузочные характеристики активных элементов генераторов. Основные расчетные соотношения в электрических схемах генераторов. Принципы и схемы построения усилителей напряжения и мощности высокой частоты. Схемы питания и смещения АЭ. Колебательные системы генераторов. Согласование активного элемента с источником возбуждения и с внешней нагрузкой. Резонансные усилители мощности и умножители частоты. Фильтровые нагрузочные колебательные	2	
Лабораторная работа. Исследование усилителя мощности высокой частоты	2	
Лабораторная работа. Исследование схем амплитудной модуляции	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Решения задач по темам: - Анализ режимов работы активных элементов генераторов с внешним возбуждением (2 задания). - Расчет фильтровой нагрузочной колебательной системы.	30	
Иная контактная работа:	0	

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Возбудители радиопередатчиков и программно-определяемые радиосистемы	108	ПК-3
Лекция. Принципы и схемы построения возбудителей. Автогенераторы, условия самовозбуждения и стационарного	2	

режима работы. Основные схемы построения автогенераторов. Стабилизация частоты колебаний автогенераторов. Управление частотой в автогенераторах. Активные синтезаторы частоты с ФАП. Пассивные синтезаторы частоты с потоками двухуровневых и многоуровневых импульсов. Технология программно-определяемых радиосистем. Квадратурное сэмплирование. Математические основы цифрового понижающего и повышающего преобразования.		
Лабораторная работа. Исследование пассивных цифровых синтезаторов частоты	2	
Лабораторная работа. Исследование балансной схемы однополосной модуляции	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение теоретического материала: - Функциональные преобразователи в методе прямого цифрового синтеза частот. - Функциональный преобразователь CORDIC в методе прямого цифрового синтеза ЛЧМ сигнала Самостоятельное изучение: - интерактивная среда проектирования Colab - GNU Radio - Python 3 и библиотеки Numpy, Matplotlib Выполнение заданий по темам: - Практические задания в GNU Radio Companion, - Расчёт спектральной плотности мощности излучаемого сигнала, - Синтез ЛЧМ сигнала методом ПЦС: табличный метод, CORDIC.	102	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **лабораторных работ, расчётных заданий**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Проектирование радиопередатчиков [Текст] : учеб. пособие для вузов связи по специальности 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / В. В. Шахгильдян, М. С. Шумилин, В. Б. Козырев и др. ; под ред. В. В. Шахгильдяна. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 2003. - 653 с. ISBN 5-256-01378-5. Экземпляры: всего 24.	24
2.	Радиопередающие устройства [Текст] : учеб. для студентов вузов связи по специальности 2011 "Радиосвязь, радиовещание, телевидение" / В. В. Шахгильдян, В. Б. Козырев, А. А. Ляховкин и др. ; под ред. В. В. Шахгильдяна. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 2003. - 559 с. ISBN 5-256-01237-1. Экземпляры: всего 9.	9
3.	Радиопередающие устройства [Текст] : учебник для студентов вузов / Л. А. Белов [и др.]. Москва: Радио и связь, 1982. - 407 с. Экземпляры: всего 4.	4
4.	Зырянов, Ю. Т. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Зырянов Ю. Т., Федюнин П. А., Белоусов О. А., Рябов А. В., Головченко Е. В., Курносов Р. Ю.; Зырянов Ю. Т., Федюнин П. А., Рябов А. В., Головченко Е. В., Курносов Р. Ю. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 116 с. ISBN 978-5-507-46629-0.	https://e.lanbook.com/book/314705

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Пример 1.

Процесс изменения какого-либо параметра несущего колебания по закону изменения во времени передаваемого сообщения называется ...

а) модуляция

б) генерирование

- в) усиление мощности
- г) ограничение уровня

Пример 2.

Устройство, в котором происходит преобразование одного вида электрической энергии в другой, называется ...

- а) генератор
- б) трансформатор
- в) модулятор
- г) возбудитель

Пример 3.

Устройство, в котором происходит изменение какого-либо параметра несущего колебания по закону изменения во времени передаваемого сообщения, называется ...

- а) модулируемый каскад
- б) модулятор
- в) возбудитель
- г) управитель частоты

Пример 4.

Процесс получения колебания с заданными характеристиками и параметрами называется ...

- а) формирование сигнала
- б) генерирование
- в) модуляция
- г) возбуждение

Пример 5.

Непосредственной нагрузкой активного элемента в генераторном каскаде является ...

- а) выходная колебательная система
- б) сопротивление потребителя
- в) источник напряжения возбуждения
- г) блокировочная цепь

Пример 6.

Путем подачи на входной электрод активного элемента гармонического напряжения рабочей частоты

обеспечивается его ...

- а) возбуждение
- б) модуляция
- в) смещение
- г) питание

Пример 7.

Отношение частоты колебаний на выходе генераторного каскада к частоте колебания на его входе носит название коэффициента ...

- а) умножения частоты
- б) частотной модуляции
- в) полезного действия
- г) трансформации

Пример 8.

Отношение мощности колебаний на выходе генераторного каскада к мощности, потребляемой от всех источников, носит название коэффициента ...

- а) полезного действия
- б) усиления
- в) трансформации
- г) модуляции

Пример 9.

Отношение мощности колебаний на выходе генераторного каскада к мощности, потребляемой от источника напряжения возбуждения, носит название коэффициента ...

- а) усиления
- б) полезного действия
- в) трансформации
- г) модуляции

Пример 10.

В генераторе с внешним возбуждением происходит преобразование энергии ... в энергию полезных выходных колебаний.

- а) источника питания
- б) источника смещения

в) источника возбуждения

г) модулятора

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену по дисциплине «Радиопередающие устройства»

Структура билета:

1 вопрос. Теория, принципы, методы

2 вопрос. Схемотехника радиопередатчиков: типовые схемы, принцип действия.

3 вопрос. Решение задач (блок из двух задач).

Теория, принципы, методы

1. Обобщенный идеализированный активный элемент и его свойства. Вольт-амперные характеристики и их математическое описание.
2. Работа нелинейного активного элемента при гармоническом возбуждении: угол отсечки, режимы работы по углу отсечки.
3. Режимы работы активного элемента по напряженности. Условие граничного режима.
4. Нагрузочные характеристики активных элементов генераторов.
5. Модуляционные характеристики активных элементов генераторов по смещению и по питанию.
6. Колебательные характеристики активных элементов генераторов.
7. Стационарный режим работы автогенератора. Условие стационарного режима и его устойчивости.
8. Режимы самовозбуждения автогенераторов.
9. Стабилизация частоты автогенераторов.
10. Умножение частоты при помощи многополюсных активных элементов.
11. Умножение частоты при помощи двухполюсных активных элементов.
12. Амплитудная модуляция на выходном электроде.
13. Амплитудная модуляция на входном (управляющем) электроде.
14. Частотная модуляция в автогенераторе на управляемой реактивности.
15. Фазовая модуляция в генераторе с узкополосной колебательной системой.
16. Косвенная угловая модуляция.
17. Параллельное и последовательное сложение мощностей колебаний.
18. Сложение мощностей колебаний в мостовых схемах.
19. Согласование активного элемента с источником сигнала возбуждения и внешней нагрузкой.
20. Цифровой синтез гармонических колебаний с заданной частотой.
21. Цифровой синтез гармонических колебаний с сеткой стабильных частот.
22. Метод гармоник и его использование при формировании сетки стабильных частот.
23. Формирование сетки стабильных частот на основе транспонирования частот опорных колебаний.

24. Активные методы синтеза частот.

25. Усиление мощности модулированных и немодулированных гармонических колебаний.

Схемотехника

1. Передатчики сигналов с амплитудной модуляцией.
2. Передатчики сигналов с частотной модуляцией.
3. Передатчики сигналов с одной боковой полосой и ослабленной несущей.
4. Передатчики сигналов с одной боковой полосой и подавленной несущей.
5. Схемы коллекторной (анодной) амплитудной модуляции.
6. Схемы базовой (сеточной) амплитудной модуляции.
7. Умножители частоты на транзисторах и электронных лампах.
8. Умножители частоты на варакторах.
9. Автогенераторы на туннельных диодах.
10. Транзисторные и ламповые автогенераторы с трансформаторной обратной связью.
11. Транзисторные и ламповые автогенераторы по схеме емкостной трехточки.
12. Транзисторные и ламповые автогенераторы по схеме индуктивной трехточки.
13. Транзисторные автогенераторы с кварцевой стабилизацией частоты.
14. Диодные автогенераторы с кварцевой стабилизацией частоты.
15. Автогенераторы с частотной модуляцией на варикапе (варикапах).
16. Схемы фазовой модуляции.
17. Схемы балансной амплитудной модуляции.
18. Схемы фильтрового метода формирования колебаний с одной боковой полосой.
19. Схемы фазокомпенсационного метода формирования колебаний с одной боковой полосой.
20. Широкополосные усилители мощности.
21. Узкополосные и резонансные усилители мощности.
22. Двухтактные усилители мощности и умножители частоты.
23. Синтезаторы частоты косвенного типа.
24. Синтезаторы частоты на основе метода прямого цифрового синтеза.

Задачи.

Задача 1. Определение режима работы активного элемента по напряженности. Оценка изменения режима при изменении одного из внешних параметров.

Задача 2. Расчет параметров режима работы автогенератора или каскада с амплитудной модуляцией.

