

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

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

06.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.23 Теоретические основы радиотехники

(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 2, 3

Семестр 4, 5

Распределение учебного времени

| | | |
|--|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 216 / 6 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 4 | часов |
| Лабораторные работы | 8 | часов |
| Практические занятия | 8 | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 20 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | - | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 160 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 30 | часов |
| Экзамен | 5 | семестр |
| Зачет | - | семестр |
| БРК, ДЗ | - | семестр |

(год)

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

Программу составили:

| | | | |
|---|-----------|-------------|----------------|
| профессор с ученой степенью доктора наук | РТиМБС | СОГЛАСОВАНО | Р.Г. Хафизов |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |
| доцент с ученой степенью кандидата наук | РТиМБС | СОГЛАСОВАНО | С.А. Охотников |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

| | | | |
|------------------------|-------------|----------------|--|
| (наименование кафедры) | | | |
| 06.03.2023 | протокол № | 9 | |
| (дата) | | | |
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | Р.Г. Хафизов | |
| | | (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 09.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

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. ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ИД ОПК-2.1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи | знания: Знает методы анализа и основы синтеза сигналов в линейных цепях радиотехнических устройств умения: Умеет применять методы анализа и синтеза сигналов в линейных цепях радиотехнических устройств навыки: Владеет навыками расчета параметров сигналов в линейных цепях радиотехнических устройств |

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Метрология, стандартизация и сертификация (ОПК-2), Статистическая теория и помехоустойчивость систем связи (ОПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-2)

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 и лабораторные занятия

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Сигналы, их временное и спектральное представление | 86 | ОПК-2 |
| Лекция. 1. Основы общей теории сигналов. Математические | 2 | |

| | | |
|--|----|--|
| модели радиотехнических сигналов. Принцип динамического представления сигналов. | | |
| Лекция. 2. Геометрические методы в теории сигналов. Пространство сигналов. Норма, энергия и метрика. | 2 | |
| Лабораторная работа. 1. Спектральный анализ детерминированных сигналов | 4 | |
| Практическое занятие. 1. Практическое занятие №1. Расчет спектральных характеристик сигналов. | 4 | |
| Самостоятельная работа. 3. Спектральный анализ детерминированных сигналов. Разложение периодических сигналов в ряд Фурье. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье. | 2 | |
| Самостоятельная работа. 4. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье | 2 | |
| Самостоятельная работа. 5. Теорема Котельникова (теорема отсчетов). Представление сигнала с ограниченным спектром в виде ряда Котельникова. Ряд Котельникова в частотной | 2 | |
| Самостоятельная работа. 6. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. | 2 | |
| Самостоятельная работа. 7. Модуляция радиотехнических сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией. Радиосигналы с угловой модуляцией. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Девияция частоты и индекс угловой модуляции. Связь между ЧМ и ФМ. | 2 | |
| Самостоятельная работа. 2. Расчет корреляционных характеристик сигналов. | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания | 60 | |
| Иная контактная работа: консультации | 0 | |

5 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Радиотехнические системы и их математические модели | 134 | ОПК-2 |
| Лабораторная работа. 2. Корреляционный анализ детерминированных сигналов | 4 | |
| Практическое занятие. Практическое занятие №2. Расчет корреляционных характеристик сигналов. | 4 | |
| Самостоятельная работа. 8. Системы и их математические модели | 2 | |
| Самостоятельная работа. 9. Линейные стационарные системы. Импульсные, переходные и частотные характеристики. Спектральный и операционный методы анализа линейных стационарных систем. | 2 | |
| Самостоятельная работа. 10. Преобразования сигналов в безынерционных нелинейных цепях | 2 | |
| Самостоятельная работа. 11. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты | 2 | |
| Самостоятельная работа. 12. Модуляция | 2 | |

| | |
|---|-----|
| Самостоятельная работа. 13. Детектирование и преобразование частоты. | 2 |
| Самостоятельная работа. 14. Генерирование гармонических колебаний | 2 |
| Самостоятельная работа. 15. Оптимальная фильтрация сигналов | 2 |
| Самостоятельная работа. 3. Расчет характеристик линейных стационарных систем | 5 |
| Самостоятельная работа. 4. Расчет характеристик согласованного фильтра | 5 |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания | 100 |
| Иная контактная работа: консультации | 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 практического 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 лабораторной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

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. | Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : рук. к решению задач : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Радиотехника"] / С. И. Баскаков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2002. - 211 с. ISBN 5-06-003994-3. Экземпляры: всего 102. | 102 |
| 2. | Передреев, Анатолий Константинович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : лаб. практикум / А. К. Передреев, Р. Г. Хафизов, А. А. Роженцов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. - 82 с. ISBN 5-8158-0132-1. Экземпляры: всего 44. | 44 |
| 3. | Евдокимов, Алексей Олегович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : учеб. пособие по курсовому проектированию / А. О. Евдокимов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 75 с. Экземпляры: всего 61. | 61 |
| 4. | Евдокимов, Алексей Олегович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : сборник задач и упражнений : учебное пособие : [по специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы" и группе направлений "Электроника, радиотехника и системы связи" : в 2 ч.]. Ч. 1, 2016. - 62 с. ISBN 978-5-8158-1751-7. Экземпляры: всего 12. | 12 / https://portal.volgatech.net/books/Evdokimov_radiotexnicheskie_cepi_signali_2016.pdf |
| 5. | Евдокимов, Алексей Олегович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : сборник задач и упражнений : учебное пособие : [по специальности "Радиоэлектронные системы и комплексы" и группе направлений "Электроника, радиотехника и системы связи" : в 2 ч.]. Ч. 2, 2017. - 95 с. ISBN 978-5-8158-1887-3. Экземпляры: всего 17. | 17 / https://portal.volgatech.net/books/Evdokimov_radiotexnicheskie_zepi_i_signali_2017.pdf |
| 6. | Григорьевых, Елена Андреевна. Моделирование радиотехнических и телекоммуникационных устройств [Текст] : учебное пособие : для студентов направлений подготовки 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", 11.04.01 "Радиотехника", 12.03.04, 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии", 09.03.02, 09.04.02 "Информационные системы и технологии" / Е. А. Григорьевых, Д. Г. Хафизов, Р. Г. Хафизов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 91 с. ISBN 978-5-8158-2323-5. Экземпляры: всего 5. | 5 / https://portal.volgatech.net/books/Grigorevykh_Modelirovaniye_radiotekhnicheskikh_i_telekommunikatsionnykh_ustroystv_2023.pdf |

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 |
|-----------|---|--|---|
| 1. | 402 (III) | Генератор высокочастотный Г4-102 (3), Генератор Г4-102А (1), Генератор низкочастотный ГЗ-109 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (6), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (7), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Telecommunication (4), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (2), Осциллограф цифровой DS 1052E (6), Осциллограф C1-65 (4), Станция паяльная ATP -1107 (1), Учебный стенд DE1-SoC /Terasic Technologies L.L.C (2), | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, LABVIEW, Altium Designer Perpetual EDU v15, Mathcad University Classroom Perpetual - 40 |

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 | хорошо |

| | | |
|-----------------|---|---------|
| | практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения | |
| 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.

Теоретические основы радиотехники

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Дайте определение понятию «спектр сигнала».
2. Рассчитайте норму сигнала $s(n)=(1; i; -1; -i)$.
3. Найдите скалярное произведение сигналов $s(n)=(1; -1; -1; -1)$ и $u(n)=(1; -i; -1; i)$.
4. Запишите формулу преобразования Фурье для периодических сигналов.
5. Определите период повторения второй гармоники в спектре периодического сигнала с частотой повторения 100 кГц.
6. Как изменяется спектральная плотность сигнала при смещении сигнала на время t_0 ?
7. Как связаны между собой энергетический спектр сигнала и его функция автокорреляции?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Определение и классификация сигналов. Гармонический сигнал: основные параметры и формы записи сигнала. Динамическое представление сигналов.
2. Линейное пространство сигналов: базис, норма и энергия сигнала, понятие метрического пространства, метрика, скалярное произведение сигналов.
3. Спектральный анализ детерминированных сигналов: понятие спектра сигнала, свойства спектров четных и нечетных функций сигнала, влияние скважности сигналов на их спектры.
4. Спектральное представление непериодических сигналов: преобразование Фурье, свойства преобразования Фурье, спектральная плотность энергии сигнала, обобщенная формула Рэлея.

5. Корреляционный анализ детерминированных сигналов: свойства автокорреляционной и взаимной корреляционной функций сигналов, связь автокорреляционной функции сигнала с его энергетическим спектром.
6. Модуляция радиотехнических сигналов: аналитическая запись АМ сигнала, коэффициент модуляции, спектр АМ сигнала, частотно-модулированные сигналы.
7. Дискретизация сигналов: сигналы с ограниченным спектром, теорема Котельникова, базис и ряд Котельникова.
8. Линейные стационарные системы: основные характеристики линейных стационарных систем, спектральный метод анализа линейных стационарных систем.
9. Преобразования сигналов в безынерционных нелинейных цепях: основные характеристики нелинейных элементов, спектральный состав тока в нелинейном элементе при внешнем гармоническом воздействии.
10. Нелинейное резонансное усиление: функциональная схема усилителя, основные характеристики, умножение частоты.
11. Амплитудный модулятор.
12. Амплитудное детектирование: блок-схема детектора, характеристики детектирования, требования к элементам детектора.
13. Оптимальная фильтрация сигналов: импульсная характеристика согласованного фильтра, частотная характеристика согласованного фильтра, принцип работы.