

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.1.1.20 Теоретические основы радиотехники

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Проектирование и технология электронно-
вычислительных средств

Курс 2
Семестр 4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>216 / 6</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>36</u>	часов
Лабораторные работы	<u>36</u>	часов
Практические занятия	<u>18</u>	часов
Иная контактная работа	<u>-</u>	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	<u>90</u>	часов
Контактная работа по экзамену	<u>6</u>	часов
Курсовой проект (работа)	<u>-</u>	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	<u>90</u>	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	<u>30</u>	часов
Экзамен	<u>4</u>	семестр
Зачет	<u>-</u>	семестр
БРК, ДЗ	<u>-</u>	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

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	Т.С. Буканова
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Стрепетов Александр Романович, главный инженер ООО "НПФ "Мета-Хром""

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-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	знания: Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, а именно математические методы анализа и расчета характеристик радиотехнических сигналов умения: навыки:
	ОПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знания: умения: Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, а именно для расчета характеристик радиоэлектронных систем и электрических цепей с применением современных средств измерения и проектирования навыки:
	ОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	знания: умения: навыки: Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач, а именно анализа характеристик радиотехнических сигналов и цепей
2. ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.10 Использует методы анализа и основы синтеза сигналов в линейных цепях радиотехнических устройств	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
	ОПК-2.11 Организует и проводит измерения временных и частотных характеристик радиотехнических устройств	знания: Знает методы проведения экспериментальных исследований умения: Умеет производить выбор способов и средств измерений и проведение экспериментальных исследований навыки: Владеет способами обработки данных измерений

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Метрология, стандартизация и сертификация (ОПК-2), Цифровые устройства и микропроцессоры (ОПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

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	83	ОПК-1
Лекция. 1. Основы общей теории сигналов. Математические модели радиотехнических сигналов. Принцип динамического представления сигналов.	2	
Лекция. 2. Геометрические методы в теории сигналов. Пространство сигналов. Норма, энергия и метрика.	2	
Лекция. 3. Спектральный анализ детерминированных сигналов. Разложение периодических сигналов в ряд Фурье. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье.	2	
Лекция. 4. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье	2	
Лекция. 5. Теорема Котельникова (теорема отсчетов). Представление сигнала с ограниченным спектром в виде ряда Котельникова. Ряд Котельникова в частотной области	2	
Лекция. 6. Корреляционный анализ детерминированных сигналов.	2	
Лекция. 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	
Лабораторная работа. 1. Спектральный анализ детерминированных сигналов	4	
Лабораторная работа. 2. Корреляционный анализ детерминированных сигналов	4	
Лабораторная работа. 3. Исследование синтеза сигналов по Фурье	4	
Лабораторная работа. 4. Восстановление сигналов по	4	

дискретным отсчетам		
Практическое занятие. 1. Расчет спектральных характеристик сигналов	4	
Практическое занятие. 2. Расчет корреляционных характеристик сигналов.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания	45	
Радиотехнические системы и их математические модели	97	ОПК-2
Лекция. 8. Системы и их математические модели	2	
Лекция. 9. Линейные стационарные системы. Импульсные, переходные и частотные характеристики. Спектральный и операционный методы анализа линейных стационарных систем.	2	
Лекция. 10. Преобразования сигналов в безынерционных нелинейных цепях	2	
Лекция. 11. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты	2	
Лекция. 12. Модуляция	2	
Лекция. 13. Детектирование и преобразование частоты.	4	
Лекция. 14. Генерирование гармонических колебаний	4	
Лекция. 15. Оптимальная фильтрация сигналов	4	
Лабораторная работа. 5. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты	4	
Лабораторная работа. 6. Амплитудная модуляция	4	
Лабораторная работа. 7. Автогенераторы гармонических колебаний	4	
Лабораторная работа. 8. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов	4	
Лабораторная работа. 9. Оптимальная фильтрация сигналов	4	
Практическое занятие. 3. Расчет характеристик линейных стационарных систем	5	
Практическое занятие. 4. Расчет характеристик согласованного фильтра	5	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания	45	
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 практического (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. 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.	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] : 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_radiotexnic_heskie_cepi_signali_2016.pdf
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. 2, 2017. - 95 с. ISBN 978-5-8158-1887-3. Экземпляры: всего 17.	17 / https://portal.volgatech.net/books/Evdokimov_radiotexnic_heskie_zepi_i_signali_2017.pdf

5.	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 / 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 АТР -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, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Altium Designer Perpetual EDU v15

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. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. 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.

