

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

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

27.01.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.2.5 Узлы и элементы радиотехнических систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 3
Семестр 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	36	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

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)	
20.01.2025	протокол №	6	
(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	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ «Коралл»
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 04.02.2025 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-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.1 Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	знания: Принципов проектирования радиоэлектронных систем и комплексов. умения: навыки:
	ПК-2.2 Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных	знания: умения: Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных систем и комплексов. навыки:
	ПК-2.3 Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	знания: умения: навыки: Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением САПР и пакетов прикладных программ

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Радиоавтоматика (ПК-2), Радиопередающие устройства (ПК-2), Радиоприемные устройства (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, исследовательские, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
УСИЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	12	ПК-2
Лекция. Усилители с обратной связью. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Усилитель постоянного тока. Дифференциальный усилитель. Усилитель мощности.	2	
Лабораторная работа. Исследование усилителей мощности. Исследование дифференциального усилителя.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Операционные усилители и устройства на их основе	12	ПК-2
Лекция. Общие сведения. Структурные схемы ОУ при различных включениях. Характеристики операционного усилителя. Инвертирующие и неинвертирующие усилители с применением ОУ. Аналоговые преобразователи сигналов на ОУ. Преобразователи аналоговых сигналов.	2	
Лабораторная работа. Исследование инвертирующих и неинвертирующих усилителей с применением ОУ.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Импульсные устройства	12	ПК-2
Лекция. Общие сведения об импульсных устройствах и сигналах. Формирователи. Электронные ключи. Усилители импульсных сигналов. Аналоговые ключи на полевых транзисторах. Коммутаторы аналоговых сигналов.	2	
Лабораторная работа. Исследование статических и динамических характеристик транзисторного ключа.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Множительно-делительные устройства	12	ПК-2
Лекция. Общие сведения. МДУ на базе датчика Холла. Перемножители на основе переменной крутизны. Логарифмический преобразователь напряжения. Применение МДУ в различных устройствах.	2	
Лабораторная работа. Исследование логарифмического преобразователя напряжения	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Генераторы колебаний	24	ПК-2
Лекция. Генераторы синусоидальных колебаний	2	
Лабораторная работа. Исследование генератора гармонических колебаний с LC-контуров. Исследование генератора гармонических колебаний с RC-контуров.	4	
Лекция. Генераторы импульсных колебаний	2	

Лабораторная работа. Исследование работы генератора линейно изменяющегося напряжения.	4	ПК-2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	12	
Преобразователи частоты и напряжения	12	
Лекция. Преобразователи частоты и напряжения	2	
Лабораторная работа. Исследование преобразователя частоты со звеном постоянного тока.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	ПК-2
Выпрямители	12	
Лекция. Структура источников электропитания. Однофазные неуправляемые выпрямители. Трехфазные неуправляемые выпрямители. Принцип действия управляемого выпрямления. Выпрямители с умножением напряжения. Фазочувствительные выпрямители (фазовые детекторы). Стабилизаторы постоянного тока.	2	
Лабораторная работа. Исследование однофазного неуправляемого выпрямителя.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Активные фильтры	12	ПК-2
Лекция. Общие сведения об активных фильтрах. Пассивные гс – фильтры Реализация активных фильтров. Активные фильтры высокого порядка.	2	
Лабораторная работа. Исследование полосового активного фильтра.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Домашнее задание. Изучить рекомендованную литературу.	6	
Иная контактная работа:	0	

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, лекций. 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.	Сергеев, Борис Сергеевич. Схемотехника функциональных узлов источников вторичного электропитания [Текст] : Справочник / Сергеев, Борис Сергеевич. М.: Радио и связь, 1992. - 224 с. ISBN 5-256-00433-6. Экземпляры: всего 6.	6
2.	Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : Учебник для вузов по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника" / В. Н. Павлов, В. Н. Ногин. М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 320 с. ISBN 5-93517-025-6. Экземпляры: всего 10.	10
3.	Попов, Дмитрий Иванович. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учеб. пособие / Д. И. Попов. Рязань: Ряз. гос. радиотехн. акад., 2004. - 80 с. Экземпляры: всего 25.	25
4.	Титце, У. Полупроводниковая схемотехника [Текст] : справочное руководство : перевод с немецкого / У. Титце, К. Шенк ; под ред. А. Г. Алексеенко. Москва: Мир, 1982. - 512 с. (Введено оглавление) Экземпляры: всего 5.	5
5.	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] : В 3 т. [Т.] 1 / П. Хоровиц, Уинфилд Хилл; Пер.с англ.Б.Н.Бронины и др. 4-е изд.,перераб.и доп. М.: Мир, 1993. - 411 с. ISBN 5-03-002337-2. Экземпляры: всего 11.	11
6.	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] : В 3 т. [Т.] 2 / П. Хоровиц, Уинфилд Хилл; Пер.с англ.Б.Н.Бронины и др. 4-е изд.,перераб.и доп. М.: Мир, 1993. - 370 с. ISBN 5-03-002338-0. Экземпляры: всего 12.	12
7.	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] : В 3 т. [Т.] 3 / П. Хоровиц, Уинфилд Хилл; Пер.с англ.И.И.Короткевич и др. 4-е изд.,перераб.и доп. М.: Мир, 1993. - 366 с. ISBN 5-03-002954-0. Экземпляры: всего 11.	11

8.	Хоровиц, Пауль. Искусство схемотехники [Текст] / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б. Н. Бронина и др. 6-е изд. М.: Мир, 2003. - 704 с. ISBN 5-03-003395-5. Экземпляры: всего 7.	7
9.	Травин, Г. А. Схемотехника и расчет бестрансформаторных усилителей с обратными связями [Электронный ресурс] : учебное пособие / Травин Г. А., Травин Д. С. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 152 с. ISBN 978-5-8114-3667-5.	https://e.lanbook.com/book/206834

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.	401 (III)	Вольтметр В7-16 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (2), Генератор сигналов универсальный DG 4102 (2), Измеритель RLC AM-3123 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ ФАЗ Ф2-34 (1), Источник питания DP 1308A (2), Моноблок DELL (1), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (5), Осциллограф цифровой DS 1052E (5), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), Станция паяльная АТР -1107 (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

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,	Зачтено

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.

Вопросы к устным опросам.

1. Что включает понятие идеального усилителя? Почему операционный усилитель называют операционным? 2. Что представляет собой операционный усилитель (структурная схема), какими основными параметрами он обладает, как изображается на принципиальной схеме? 3. Почему при анализе линейных схем, построенных на базе операционного усилителя, напряжение между входами ОУ можно считать равным нулю? 4. Изобразите схему неинвертирующего усилителя на базе ОУ. Приведите сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений. Получите аналитическое выражение для расчёта коэффициента усиления. 5. Изобразите схему инвертирующего усилителя на базе ОУ. Приведите сфазированные диаграммы входного и выходного напряжений. Получите аналитическое выражение для расчёта коэффициента усиления. 6. Как выбираются резисторы цепи обратной связи неинвертирующего усилителя? Чем ограничивается минимальное и максимальное сопротивление резисторов? 7. Чему равно входное сопротивление неинвертирующего усилителя на базе ОУ? Инвертирующего? 8. Получите аналитическое выражение для расчёта выходного напряжения инвертирующего сумматора аналоговых сигналов на два входа. На три входа? 9. Изобразите схему повторителя напряжения. Почему эта схема используется в качестве буферного усилителя? 10. Как рассчитываются весовые коэффициенты в сумматоре аналоговых сигналов? Приведите сфазированные осциллограммы напряжений, поясняющие принцип действия инвертирующего сумматора. 11. Для чего ставится и как рассчитывается сопротивление резистора R_3 во всех схемах исследуемых функциональных преобразователей? 12. Изобразите с пояснениями амплитудную характеристику усилителя с коэффициентом усиления, равным 1. То же, равным 7. 13. Как определяется динамический диапазон усиления усилителя, в каких величинах он измеряется? 14. Постройте АЧХ усилителя на ОУ. Определите полосу пропускания. Объясните смысл понятия: частота единичного усиления. 15. Постройте нагрузочную характеристику усилителя на ОУ. Как по ней определить выходное сопротивление усилителя? 16. Предложите схему инвертирующего усилителя с регулируемым коэффициентом усиления. Определите диапазон возможного изменения выходного напряжения. То же для неинвертирующего. 17. Изобразите и поясните схему, реализующую функцию: 18. а) $F = 2U_1$; б) $F = -4U_1$; в) $F = -3U_1 - 10U_2$; г) $F = U_1 + 5U_2$; 19. Дайте определение напряжения сдвига, нарисуйте схему для его определения. Найдите теоретическое значение напряжения сдвига исследуемого ОУ (данные операционного усилителя приведены в приложении 1) 20. Объясните назначение резистора R_2 в схеме интегратора. 21. Нарисуйте, сфазировав со входным напряжением, диаграмму выходного напряжения интегратора при подаче на его вход:

а) синусоидального напряжения; б) прямоугольного напряжения.Л

1. Какие типы полевых транзисторов вы знаете? В чем заключаются отличия? Какой вид имеют условные графические обозначения полевых транзисторов различных типов? 2. В чем основные отличия полевого транзистора по сравнению с биполярным транзистором? (По принципу работы и параметрам). 3. Почему проводимость канала полевого транзистора с управляющим р-п-переходом зависит от напряжения на затворе? 4. Что такое смыкание канала, и какой области стоковых характеристик полевых транзисторов оно соответствует? 5. Почему входное сопротивление полевого транзистора намного больше, чем биполярного? 6. В чем отличие полупроводниковой структуры транзистора? 7. МДП от структуры полевого транзистора с управляющим переходом? 8. Как влияет напряжение затвор-исток МДП транзистора на проводимость канала и почему? 9. Что такое режим обеднения и режим обогащения МДП транзисторов? 10. Чем определяются инерционные (частотные) свойства полевых транзисторов? 11. Каковы основные параметры полевых транзисторов, и какие из них входят в малосигнальную схему замещения?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Определение операционного усилителя (ОУ), функциональная схема ОУ. Обозначение микросхем ОУ. Схема включения, характеристики и параметры ОУ.
2. Основные характеристики: амплитудная, амплитудно-частотная, фазочастотная.
3. Параметры ОУ: основные, эксплуатационные. Классификация ОУ.
4. Способы коррекции характеристик и параметров ОУ
5. Линейные и нелинейные функциональные преобразователи.
6. Масштабные усилители и сумматоры электрических сигналов. Дифференциальный усилитель.
7. Электронные интеграторы и дифференциаторы, способы их коррекции и защиты.
8. Активные фильтры.
9. Логарифмические и антилогарифмические усилители. Принцип построения, действия. Схема точного выпрямителя.
10. Погрешности логарифмирования, температурная коррекция логарифмических усилителей. Защита от возбуждения и
11. Кусочно-линейные аппроксиматоры нелинейных передаточных характеристик электронных преобразователей.
12. Перемножители аналоговых сигналов Общие принципы построения ПАС. ПАС косвенного и прямого действия.
13. Применения перемножителей: операции деления, возведения в квадрат, извлечения квадратного корня.
14. Компараторы аналоговых сигналов: основные понятия, термины, классификация.
15. Применение компараторов: детекторы уровня.
16. Основные положения теории генераторов. Классификация генераторов.
17. Генераторы гармонических колебаний на ОУ: принцип построения, особенности.
18. Генераторы импульсов на логических элементах: принцип построения, автоколебательный мультивибратор, ждущий мультивибратор.

19. Генераторы импульсов на микросхемах высокого уровня
20. Генераторы импульсов. Автоколебательный и ждущий режимы работы.
21. Генераторы пилообразного напряжения (ГПН) на ОУ.
22. Основные принципы построения источников опорного напряжения с использованием ОУ.
Схемотехника источников напряжения на ОУ.