

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

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

13.11.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.3 Основы построения приемных устройств радиолокационных систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.04.01 Радиотехника

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Радиолокационные системы

Курс 1
Семестр 2

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	14	часов
Лабораторные работы	14	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	28	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	2	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника

Программу составили:

заведующий кафедрой	РТС	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
доцент	РТС	СОГЛАСОВАНО	С.А. Охотников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры)			
12.11.2025	протокол №	4	
(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): Охотников Андрей Сергеевич, зам. главного конструктора НТЦ «Коралл» АО
«Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 14.01.2026 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 к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, координация деятельности соисполнителей при совместном проведении работ, обобщение полученных результатов и обеспечение их практической реализации	ПК-2.1. Знать проблемы и перспективы развития современной радиотехники.	знания: Проблемы и перспективы развития современной радиотехники. умения: навыки:
	ПК-2.2. Уметь формулировать задачи и разрабатывать планы научно-исследовательских, опытно-конструкторских, экспериментальных и технологических работ.	знания: умения: Формулировать задачи и разрабатывать планы научно-исследовательских, опытно-конструкторских, экспериментальных и технологических работ. навыки:
	ПК-2.3. Владеть навыками разработки планов проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и управления их выполнением и практической реализации.	знания: умения: навыки: Владеть навыками разработки планов проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и управления их выполнением и практической реализации.
2. ПК-5 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-5.1. Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	знания: Основы теории построения и проектирования радиоэлектронных устройств и систем умения: навыки:
	ПК-5.2. Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	знания: умения: Проводить расчет характеристик радиоэлектронных устройств, разрабатывать структурные и функциональные схемы. навыки:
	ПК-5.3. Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	знания: умения: навыки: владеть навыками разработки структурных, функциональных, принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных систем автоматизированного моделирования и проектирования.

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: Основы теории радиотехнических систем (ПК-5), Методы и средства проектирования элементов РТС (ПК-5); практик: Производственная практика. Научно-исследовательская работа (рассредоточенная) (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-5)

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

2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основы построения приемных устройств	108	ПК-2, ПК-5
Лекция. Лекция. Назначение, состав и классификация радиоприемных устройств. Функции радиоприемника и основные типы структурных схем.	2	
Лекция. Лекция. Обобщённая блок-схема импульсного радиолокационного приемника.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа. Исследование работы смесителя приемного устройства.	2	
Лекция. Лекция. Построение приёмных устройств радиолокационных систем. Смеситель приемного устройства.	2	
Лекция. Лекция. Усилитель промежуточной частоты. Видеодетектор и видеоусилитель.	2	
Лекция. Лекция. Детектирование сигналов в приемнике. Виды детекторов.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа. Исследование работы усилителя промежуточной частоты.	4	
Лекция. Лекция. Автоматическая подстройка частоты.	2	
Лекция. Лекция. АПЧ управляющее устройство. Дiodно-фантастронная схема управляющего устройства.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа. Исследование	4	

работы видеодетектора и видеоусилителя.		
Лабораторная работа. Лабораторная работа. Исследование работы автоматической подстройки частоты.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение лекционного материала, подготовка к текущему контролю, выполнение домашнего задания, изучение дополнительной литературы.	80	
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 лабораторной работы; 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.

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.	Колосовский, Евгений Анатольевич. Устройства приема и обработки сигналов [Текст] : [учеб. пособие по специальности 200700 "Радиотехника" направления подгот. 654200 "Радиотехника"] / Е. А. Колосовский. М.:	5

	Горячая линия - Телеком, 2007. - 455 с. ISBN 5-93517-264-X. Экземпляры: всего 5.	
2.	Верба, В. С. Радиолокация для всех [Электронный ресурс] / Верба В. С., Гаврилов К. Ю., Ильчук А. Р., Татарский Б. Г., Филатов А. А. Москва: Техносфера, 2020. - 504 с. ISBN 978-5-94836-555-8.	https://e.lanbook.com/book/175551
3.	Радиоприемные устройства [Текст] : [учеб. для вузов по специальности 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение"] / Н. Н. Фомин, Н. Н. Буга, О. В. Головин ; ред. Н. Н. Фомин. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 2003. - 515 с. ISBN 5-256-01620-2. Экземпляры: всего 46.	46

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 Г4-102А (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (2), Генератор сигналов универсальный DG 4102 (2), ИЗДЕЛИЕ ДОН (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ ФАЗ Ф2-34 (1), Источник бесперебойного питания Ippon SmartWinner 2000E 1800Вт 2000ВА (1), Источник питания DP 1308А (2), Моноблок DELL (1), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр АМ-1083 (5), ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65 (1), Осциллограф цифровой DS 1052E (5), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), Осциллограф С1-65 (1), ПРИБОР Х1-36 (1), Программно-аппаратный комплекс (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-X 2510 (1), Радар Фуруно М1715 (1), Станок сверлильный (1), Станция паяльная АТР -1107 (2), Стойка специализированная с 3-мя мониторами Iiyama (1), Телевизор LG42LM580 (1), ТЕЛЕВИЗОР N101 ОРИОН (1), Телевизор Polar 37 CTV 4010 (1), Телевизор Polar 37 CTV 4015 (1), ТЕЛЕВИЗОР ВЭЛС-51 (1), ФАЗОИЗМЕРИТЕЛЬ Ф2-34 (1), Х-1-42 (1), Экран на штативе 180x180 см (1), Комплект учебной мебели (1)	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, 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.

Тест по дисциплине «Основы построения приемных устройств радиолокационных систем»

1. Основное преимущество супергетеродинной схемы приемника РЛС перед приемником прямого усиления заключается в:

- а) Более высокой стабильности частоты гетеродина.
- б) Возможности обеспечения высокой чувствительности и стабильного усиления на фиксированной промежуточной частоте.
- в) Более простой схеме и низком энергопотреблении.
- г) Отсутствию зеркального канала приема.

2. Чувствительность радиолокационного приемника в первую очередь определяется:

- а) Максимальным коэффициентом усиления тракта.
- б) Уровнем собственных шумов (коэффициентом шума) и шириной полосы пропускания.
- в) Динамическим диапазоном по помехам.
- г) Стабильностью частоты гетеродина.

3. Какое из утверждений об усилителе высокой частоты (УВЧ) является ВЕРНЫМ?

- а) Его основная задача – обеспечить основное усиление сигнала.
- б) Его коэффициент шума практически не влияет на шумовые характеристики всего приемника.
- в) Его обычно размещают на входе приемника для снижения влияния шумов последующих каскадов.
- г) Для него характерен узкий динамический диапазон, так как он работает со слабыми сигналами.

4. Для подавления зеркального канала приема в супергетеродинном приемнике используется:

- а) Узкополосный фильтр на промежуточной частоте (ПЧ).
- б) Система автоматической регулировки усиления (АРУ).
- в) Преселектор (входная полосовая фильтрация до смесителя).
- г) Фазовый детектор.

5. Полоса пропускания приемника импульсной РЛС, оптимальная для приема прямоугольного радиоимпульса длительностью τ , приближенно равна:

- а) $\Delta F \approx 1/\tau$
- б) $\Delta F \approx 2/\tau$
- в) $\Delta F \approx 0.5/\tau$
- г) ΔF не зависит от τ и определяется только несущей частотой.

6. Система автоматической регулировки усиления (АРУ) в приемнике РЛС служит для:

- а) Улучшения чувствительности при приеме слабых сигналов.
- б) Поддержания постоянного уровня сигнала на выходе приемника при изменении амплитуды входного сигнала и защиты от перегрузок.

в) Компенсации фазовых шумов гетеродина.

г) Селекции движущихся целей.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Нулевой билет

1. Блок-схема импульсного радиолокационного приемника.

2. Автоматическая подстройка частоты.

Перечень вопросов.

1. Каковы основные функции и тактико-технические требования к приемному устройству радиолокационной станции?
2. Нарисуйте и объясните типовую структурную схему супергетеродинного приемника РЛС. В чем его преимущества?
3. Что такое чувствительность приемника? Какие параметры ее определяют (коэффициент шума, пороговая мощность)?
4. Почему в РЛС часто используют схему с двойным (или тройным) преобразованием частоты? Перечислите достоинства и недостатки.
5. Объясните понятие динамического диапазона приемника по помехам. Как он связан с проблемой защиты от перегрузок?
1. Дайте определение коэффициенту шума (шум-фактору) многокаскадного тракта. Сформулируйте правило его расчета.
2. Объясните роль предварительного усилителя высокой частоты (УВЧ). Какие требования предъявляются к его параметрам?
3. Опишите принцип работы смесителя на полупроводниковом диоде. Что такое потери преобразования и шумовая температура смесителя?
4. Каковы функции и особенности построения гетеродина РЛС? Требования к стабильности частоты и уровню фазовых шумов.
5. Сравните пассивные и активные (на транзисторах) смесители по ключевым параметрам: коэффициент шума, динамический диапазон, необходимость изоляции.
1. Какие типы селективных систем (фильтров) применяются в приемном тракте РЛС? Опишите их место и назначение (ВЧ-фильтр, ПЧ-фильтр, фильтр основной селекции).
2. Что такое прямоугольность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) фильтра промежуточной частоты и почему она важна?
3. Опишите принцип действия и основные характеристики полосового фильтра на ПЧ, построенного на основе пьезоэлектрических резонаторов (ПАВ-фильтры, кварцевые фильтры).
4. Как согласуются требования к полосе пропускания приемника при приеме простого и сложного (например, линейно-частотно-модулированного) сигнала?

1. Для чего в приемнике РЛС используется система автоматической регулировки усиления (АРУ)? Опишите принцип ее работы и основные типы (замедленная, мгновенная).
2. Опишите принцип детектирования фазоманипулированных (ФМн) сигналов. Что такое схема с опорным гетеродином и схема с квадратурными каналами?
3. Опишите устройство и принцип действия фазового детектора. Как он используется в системах автоподстройки частоты (АПЧ)?
1. Объясните понятие «время восстановления» приемника после перегрузки мощной помехой или сигналом. Как оно влияет на работу РЛС?
2. Что такое цифровой приемник? Опишите его структурную схему и преимущества по сравнению с аналоговым (гибкость, стабильность).
3. Где и как в современном приемнике РЛС происходит аналого-цифровое преобразование (АЦП)? Каковы требования к его разрядности и частоте дискретизации?