

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)

М.1.2.5 Основы построения приемно-передающих 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

Искусственный интеллект в задачах обработки сигналов и
данных

Курс 2
Семестр 3

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	3	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

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

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): Рыбаков Алексей Евгеньевич, генеральный директор ООО "Омега-софт"

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-5 Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПК-5.3 Решает прикладные задачи и реализует проекты в области сквозной цифровой технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» со стороны заказчика	знания: Знает прикладные задачи и реализует проекты в области сквозной цифровой технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» со стороны заказчика. умения: Умеет решать прикладные задачи в области сквозной цифровой технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» со стороны заказчика навыки: Владеет навыками решения прикладных задач в области сквозной цифровой технологии «Рекомендательные системы и системы поддержки принятия решений» со стороны заказчика
2. ПК-6 Способен к разработке и проведению экспериментальных исследований по совершенствованию характеристик радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	ПК-6.2 Разрабатывает математические модели объектов и процессов в радиотехнических устройствах	знания: Знает математические модели объектов и процессов в радиотехнических устройствах умения: Умеет разрабатывает математические модели объектов и процессов в радиотехнических устройствах навыки: Навыки построения математических моделей объектов и процессов в радиотехнических устройствах
	ПК-6.3 Проводит компьютерное моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров	знания: умения: Умеет проводить компьютерное моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров навыки: Обладает навыками компьютерного моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров
	ПК-6.4 Проводит экспериментальные исследования и обрабатывает полученные результаты	знания: Знает этапы проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов. умения: Умеет проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты. навыки: Навыком обработки и получения результатов.

3. ПК-7 Способен к проектированию инновационных устройств и систем в области радиотехники	ПК-7.1 Разрабатывает аппаратную часть, включая расчет параметров компонентов инновационных радиотехнических устройств, систем и комплексов	знания: Знает аппаратную часть, включая расчет параметров компонентов инновационных радиотехнических устройств, систем и комплексов умения: Умеет разрабатывать аппаратную часть, включая расчет параметров компонентов инновационных радиотехнических устройств, систем и комплексов навыки: Владеет навыками расчета параметров компонентов инновационных радиотехнических устройств, систем и комплексов
--	--	--

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 СВЧ-устройств и антенн (ПК-6), Основы теории радиотехнических систем (ПК-7); практик: Производственная практика. Научно-исследовательская работа (рассредоточенная) (ПК-5)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Современные радиотехнические системы (ПК-6); практиках: Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-7); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-5), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-6), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-7)

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, процедуры самообучения

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Общие сведения построения приёмо-передающих устройств радиолокационных систем	24	ПК-5, ПК-6, ПК-7
Лекция. Общие сведения о радиотехнических системах. Структурная схема радиолокационной станции. Временные диаграммы формирования РЛС-сигналов. Назначение элементов структурной схемы. Формирование запускающих	2	

импульсов.		
Лабораторная работа. Работа датчика частот, формирование сетки частот	1	
Лабораторная работа. Работа блока запускающих импульсов.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к лабораторному занятию.		
Выполнение домашней работы.	20	
Построение передающих устройств радиолокационных систем	42	ПК-5, ПК-6, ПК-7
Лекция. Построение передающих устройств радиолокационных систем.	2	
Лекция. Типы модуляторов.	2	
Лекция. Устройство и работа магнетронного генератора.	2	
Лабораторная работа. Исследование работы модулятора РЛС.	2	
Лабораторная работа. Устройство и работа магнетронного генератора.	2	
Лабораторная работа. Антенный переключатель, конструкция и работа.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к лабораторному занятию.		
Выполнение домашней работы.	30	
Построение приёмных устройств радиолокационных систем	42	ПК-5, ПК-6, ПК-7
Лекция. Построение приёмных устройств радиолокационных систем. Смеситель приемного устройства	2	
Лекция. Усилитель промежуточной частоты. Видеодетектор и видеоусилитель.	2	
Лекция. Автоматическая подстройка частоты.	2	
Лабораторная работа. Исследование работы смесителя приемного устройства.	2	
Лабораторная работа. Исследование работы усилителя промежуточной частоты.	2	
Лабораторная работа. Исследование работы видеодетектора и видеоусилителя. Исследование работы автоматической подстройки частоты.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к лабораторному занятию.		
Выполнение домашней работы.	30	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Основы построения приёмо-передающих устройств радиолокационных систем 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 Основы построения приёмо-передающих устройств радиолокационных систем, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется

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 Основы построения приёмно-передающих устройств радиолокационных систем, 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 Основы построения приёмно-передающих устройств радиолокационных систем, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины Основы построения приёмно-передающих устройств радиолокационных систем включает выполнение домашней работы, лабораторной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины Основы построения приёмно-передающих устройств радиолокационных систем. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Основы построения приёмно-передающих устройств радиолокационных систем 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.	Фурман, Яков Абрамович. Современные средства навигации летательных аппаратов [Текст] : учеб. пособие / Я. А. Фурман, Е. А. Зарницына; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 135 с. ISBN 978-5-8158-0847-8. Экземпляры: всего 21.	21 / https://portal.volgatech.net/books/Furman_sovremennye_sredstva_navigacii.pdf
2.	Будущему радиоинженеру. Введение в специальность [Текст] : учебное пособие / [Я. А. Фурман и др.] ; под общ. ред. Я. А. Фурмана; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 279 с. ISBN 978-5-8158-0998-7. Экземпляры: всего 20.	20 / https://portal.volgatech.net/books/Furman_Budushemu_in_zheneru.pdf
3.	Бакулев, Петр Александрович. Радиолокационные и радионавигационные системы [Текст] : Учеб.пособие для студ-ов радиотехн. спец. вузов / Бакулев Петр Александрович, Сосновский Андрей Ананьевич. М.:	4

	Радио и связь, 1994. - 295 с. ISBN 5-256-01148-0. Экземпляры: всего 4.	
4.	Бакулев, Петр Александрович. Радиолокационные системы [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Радиоэлектрон. системы" направления подгот. дипломиров. специалистов "Радиотехника" / П. А. Бакулев. М.: Радиотехника, 2004. - 319 с. ISBN 5-93108-027-9. Экземпляры: всего 49.	49
5.	Проектирование радиопередающих устройств [Текст] : [Учеб. пособие для студентов вузов связи по спец. 23.07] / [В.В.Шахгильдян, В.А.Власов, В.Б.Козырев и др.]; Под ред. В.В.Шахгильдяна. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1993. - 512 с. ISBN 5-256-01025-5. Экземпляры: всего 17.	17
6.	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
7.	Попов, Дмитрий Иванович. Проектирование радиолокационных систем [Текст] : учеб. пособие / Д. И. Попов. Рязань: Ряз. гос. радиотехн. акад., 2004. - 76 с. Экземпляры: всего 25.	25

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)	Адаптер питания Microsoft Kinect 2.0 for Windows (1), Вольтметр В7-16 (1), Генератор Г4-102А (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (2), Генератор сигналов универсальный DG 4102 (2), ИЗДЕЛИЕ ВОЛГА (1), ИЗДЕЛИЕ ДОН (1), Измеритель RLC AM-3123 (1), Измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2593 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬ ФАЗ Ф2-34 (1), Источник бесперебойного питания Ippon SmartWinner 2000E 1800Вт 2000ВА (1), Источник питания DP 1308А (2), КВ-передатчик "Бриг" (1), Монитор LCD LG L1530S 15" (1), Моноблок DELL (1), Мультиметр DM3058E (1),	Microsoft Windows Enterprise, 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

	Мультиметр АМ-1083 (5), Ноутбук AcerASpire 5920G-603G25MiT7500 (1), Оборудование для приема спутникового сигнала (1), ОСЦИЛЛОГРАФ С1-65 (1), Осциллограф цифровой DS 1052E (5), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), Осциллограф С1-65 (1), ПРИБОР Х1-36 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-X 2510 (1), Радар Фуруно М1715 (1), РАДИОПЕРЕДАТ ПСД025 (1), Ресивер Gi-8120 (1), Сенсор Microsoft Kinect 2.0 чёрный (1), Системный блок ASUS Celeron2400/256mb/80Gb/CD-RW+сет.фил.,мышь, клав. (1), Телевизор LG42LM580 (1), ТЕЛЕВИЗОР N101 ОРИОН (1), Телевизор Polar 37 CTV 4010 (1), Телевизор Polar 37 CTV 4015 (1), ТЕЛЕВИЗОР ВЭЛС-51 (1), Тепловизор SDS HotFind-D (1), ФАЗОИЗМЕРИТЕЛЬ Ф2-34 (1), Х-1-42 (1), Экран на штативе 180x180 см (1)	
--	--	--

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.

Контрольные вопросы

Раздел 1. Общие сведения построения приёмо-передающих устройств радиолокационных систем

1. Структурная схема импульсной РЛС
2. Системы обнаружения неподвижных объектов.
3. Структурная схема доплеровской РЛС
4. Системы противодействия радиотехническим средствам противника.
5. Системы обнаружения подвижных объектов
6. Структурная схема пассивной РЛС
7. РЛС, использующие цифровые сигналы.

Раздел 2. Построение передающих устройств радиолокационных систем

1. Задачи, решаемые РЛС по обнаружению целей
2. Задачи, решаемые РЛС.по измерению координат целей и других параметров их движения
3. Задачи, решаемые РЛС.по разрешению целей
4. Задачи, решаемые РЛС по классификации целей

Раздел 3. Построение приёмных устройств радиолокационных систем

1. Основные функции и характеристики радионавигационные системы.
2. Методы измерения расстояния от спутника до антенны приемника
3. Синхронизированные системы временем
4. Наземная система управления и контроля.
5. Приемное клиентское оборудование, используемое для определения координат.
6. Информационная радиосистема для передачи поправок.
7. Основные элементы спутниковой навигации.
8. Рамочные антенны

Домашние задания

1. Функциональная схема радиотехнической аппаратуры
2. Оценка работы РЛС
3. Системы для регистрации РЛС сигналов,
4. Особенности построения входных цепей электронной аппаратуры.
5. Приборы и системы для исследования РЛС сигналов
6. Современный радионавигационный комплекс
7. Радиопеленгаторы, их классификация.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

8. В чем заключается основное отличие РЛС от других технических систем?
9. Приведите классификацию РЛС.
10. Охарактеризуйте назначение РЛС передачи информации.
11. Охарактеризуйте назначение РЛС извлечения информации.
12. Охарактеризуйте назначение РЛС разрушения информации.
13. Приведите классификацию РЛС по характеру сообщения.
14. Приведите классификацию РЛС по используемым частотам.
15. Приведите классификацию РЛС по виду модулируемого параметра радиосигнала.
16. Что понимается под тактическими характеристиками РЛС? Под техническими характеристиками РЛС?

17. Что называется разрешающей способностью РЛС?
18. Что понимают под электромагнитной совместимостью РЛС?
19. Информацию какого вида вырабатывают радиолокационные системы?
20. В чем заключается принцип работы РЛС при измерении расстояния до цели? При измерении скорости цели?
21. Расскажите об эффекте Доплера.
22. Объясните принцип работы импульсной РЛС.
23. Как работает система активной радиолокации с пассивным ответом?
24. Основное назначение активных радиолокаторов с активным ответом.
25. Выведите формулу для определения расстояния до цели, если отраженный от цели сигнал запаздывает на τ секунд по отношению к излученному сигналу.
26. Объясните принцип определения расстояния до цели по изображению на экране электронно-лучевой трубки.
27. Изобразите структуру активной радиолокации с активным ответом.
28. Какие задачи решаются с помощью пассивной радиолокации?
29. Приведите классификацию радиолокационных систем.
30. Охарактеризуйте назначение загоризонтных РЛС. На каком эффекте распространения радиоволн основана работа РЛС этого вида?
31. Охарактеризуйте назначение и задачи, решаемые надгоризонтными РЛС.
32. Перечислите задачи радиолокационного наблюдения, решаемые корабельными, авиационными РЛС и РЛС космического базирования.
33. Охарактеризуйте назначение и тактико-технические характеристики следующих современных РЛС:
34. Перечислите задачи, решаемые радионавигационными системами.
35. Поясните принципы работы радионавигационных систем.
36. Охарактеризуйте назначение и принципы работы радионавигационных систем: радиополукомпас и радиокомпас.
37. Назначение и состав радиотехнических систем передачи информации.
38. Поясните процесс дискретизации непрерывного сигнала по времени.