

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

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

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

М.1.2.9 Моделирование РТС в MathLab

(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	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	14	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	14	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	28	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	3	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	Д.Г. Хафизов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

		(наименование кафедры)	
22.01.2024	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 12.03.2024 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-6 Способен к разработке и проведению экспериментальных исследований по совершенствованию характеристик радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	ПК-6.1 Разрабатывает программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств в области создания инновационных радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов	<b>знания:</b> принципов построения радиотехнических систем <b>умения:</b> формировать программы исследований <b>навыки:</b> разработки программ проведения научных исследований
	ПК-6.2 Разрабатывает математические модели объектов и процессов в радиотехнических устройствах	<b>знания:</b> физических и математических моделей сигналов, лежащих в основе принципов действия радиотехнических систем и радиолокационных станций <b>умения:</b> использовать математический аппарат и численные методы для моделирования инновационных радиотехнических устройств <b>навыки:</b> разработки физических, математических и информационно-структурных моделей объектов и процессов для целей проектирования и исследования компонентов инновационных радиотехнических систем
	ПК-6.3 Проводит компьютерное моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров	<b>знания:</b> методов и методики математического моделирования сигналов, процессов и компонентов радиотехнических устройств и систем <b>умения:</b> выполнять математическое моделирование сигналов, процессов и компонентов инновационных радиотехнических устройств и систем и проводить анализ их параметров на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования <b>навыки:</b> моделирования сигналов, процессов и компонентов инновационных радиотехнических устройств и систем

	ПК-6.4 Проводит экспериментальные исследования и обрабатывает полученные результаты	<b>знания:</b> компьютерных технологии обработки сигналов и данных в радиотехнических устройствах и системах <b>умения:</b> проводить исследования по заданной методике с выбором технических средств, собирать и обрабатывать данные для составления отчетов <b>навыки:</b> проведения экспериментальных исследований
--	---	--

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математические основы теории сигналов (ПК-6), Цифровая обработка сигналов (ПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Современные радиотехнические системы (ПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-6)

## 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

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

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Знакомство с Phased Array System Toolbox</b>	<b>28</b>	ПК-6
Лекция. Знакомство с Phased Array System Toolbox	2	
Лекция. Введение в процесс разработки РЛС с Phased Array System Toolbox	2	
Практическое занятие. Полная системная модель РЛС	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Основы MathLab и Simulink Модель радарной системы	20	
<b>Характеризация радарных систем</b>	<b>39</b>	ПК-6
Лекция. Характеризация радарных систем. Расчёт мощности передатчика, максимальной дальности, отношения сигнал/шум	3	
Лекция. Построение диаграммы дальность-угол-высота	2	
Практическое занятие. Генерация кода MATLAB из	4	

интерактивных приложений и анализ показателей обнаружения		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Использование Phased Array System Toolbox для характеристики, анализа и оценки производительности радарных систем.	30	
<b>Моделирование и проектирование компонентов радарных систем</b>	<b>41</b>	ПК-6
Практическое занятие. Моделирование и проектирование базовых компонент радарных систем.	6	
Лекция. Создание и анализ зондирующих импульсов. Модели приёмного и передающего радиочастотных трактов	2	
Лекция. Моделирование прохождения сигналов через антенные решётки. Моделирование точечных целей и целей обратного рассеяния с ЭПР, зависящей от угла.	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Моделирование распространения сигнала в свободном пространстве, атмосферных явлений, многолучевого распространения, клаттера и активных помех	30	
Иная контактная работа: зачет	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 **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.

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, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи [Текст] / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. К. 1 : СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 1, К. 1 / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. 3-е изд., испр. Москва: Техносфера, 2021. - 782 с. ISBN 978-5-94836-605-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/181220">https://e.lanbook.com/book/181220</a>
2.	СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи [Текст] / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. К. 2 : СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. В 2-х книгах. Книга 2, К. 2 / Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. 3-е изд., испр. Москва: Техносфера, 2021. - 702 с. ISBN 978-5-94836-606-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/181221">https://e.lanbook.com/book/181221</a>
3.	Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов [Электронный ресурс] / Трухин М. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 212 с. ISBN 978-5-8114-8064-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/171422">https://e.lanbook.com/book/171422</a>
4.	Трухин, М. П. Компьютерное моделирование и проектирование РЭА: системный подход. Часть 1 [Электронный ресурс] / Трухин М. П. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 408 с. ISBN 978-5-8114-8693-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/197548">https://e.lanbook.com/book/197548</a>

## 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.	119 (II)	ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд 3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (15), Стойка компьютерная (15), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, MATLAB Suite Classroom

## 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	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.

1. Выполните моделирование зондирующего сигнала для импульсной РЛС с заданными параметрами несущей частоты, периода следования импульсов и видом модуляции сигнала или кодовой последовательности.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Возможности Phased Array System Toolbox.
2. Характеристики радарных систем.
3. Принципы генерации кода MATLAB из интерактивных приложений.
4. Принципы построения диаграммы дальность-угол-высота.
5. Виды зондирующих импульсов.
6. Модели распространения сигнала в свободном пространстве.
7. Принципы моделирования точечных целей.
8. Прохождение сигналов через антенные решётки.
9. Обзор алгоритмов обработки радиолокационной информации.
10. Модель узкополосного формирователя луча.
11. Модель широкополосного формирователя луча.
12. Построение характеристики Угол-Доплер.
13. Моделирование движения, траекторий и сценариев в радарных системах

14. Оценка дальности и скорости нескольких целей в моностатической РЛС.
15. Симуляция широкополосной радиолокационной системы.