

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

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

07.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.2.30 Аналитические методы в радиотехнических системах

*(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 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	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	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Д.Г. Хафизов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра прикладной математики и информационных технологий

(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	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 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. ПК-6 Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	ПК-6.1 Знать методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности	<b>знания:</b> методов оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-6.2 Уметь применять современный математический аппарат для решения	<b>знания:</b> <b>умения:</b> применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации <b>навыки:</b>
	ПК-6.3 Владеть методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов

## 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: Статистическая радиотехника (ПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Моделирование радиотехнических систем в LabView (ПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение 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: задания, классическая лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Модели сигналов и помех в РТС</b>	<b>49</b>	ПК-6
Лекция. Классификация сигналов и сообщений. Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Модели сигналов.	2	
Лекция. Модели помех в радиотехнических системах	2	
Лекция. Радиоканал и его свойства. Корреляционные и спектральные свойства сигналов.	4	
Практическое занятие. Модели случайных сигналов	6	
Практическое занятие. Свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссовского шума	10	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Общее описание сигналов и помех Полезный сигнал на выходе радиоканала Нормальная (гауссовская) модель сигнала	25	
<b>Обнаружение и различение сигналов при наличии помех</b>	<b>59</b>	ПК-6
Лекция. Согласованная линейная фильтрация. Примеры построения согласованных фильтров	4	
Лекция. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех	4	
Практическое занятие. Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне помех	8	
Практическое занятие. Методы оценки параметров сигналов при наличии помех	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Характеристика задач теории обнаружения и различения сигналов Критерии оптимальности обнаружения и различения	35	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, 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, 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 двух **контрольных 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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Попов, Дмитрий Иванович. Статистическая теория радиотехнических систем [Текст] : учеб. пособие / Д. И. Попов. Рязань: Ряз. гос. радиотехн. акад., 2005. - 76 с. ISBN 5-7722-0218-9. Экземпляры: всего 20.	20
2.	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>
3.	Зырянов, Ю. Т. Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] / Зырянов Ю. Т., Белоусов О. А., Федюнин П. А. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-1903-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212156">https://e.lanbook.com/book/212156</a>
4.	Монаков, А. А. Математическое моделирование радиотехнических систем [Электронный ресурс] / Монаков А. А. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 148 с. ISBN 978-5-507-47206-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/341177">https://e.lanbook.com/book/341177</a>
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 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Grigorevykh_Modelirovaniye_radiotekhnicheskikh_i_telekommunikatsionnykh_ustroystv_2023.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Grigorevykh_Modelirovaniye_radiotekhnicheskikh_i_telekommunikatsionnykh_ustroystv_2023.pdf</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.	402 (III)	Генератор сигналов универсальный DG 1022 (6), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Осциллограф цифровой DS 1052E (6)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, LABVIEW, Агент Dr.Web

## 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.

### Перечень вопросов для Контрольной работы 1

- 1 В чем принципиальное отличие сигнала и помехи?
- 2 В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной?
- 3 В чем различие детерминированного и статистического подходов к решению задач анализа и синтеза РТС?
- 4 В чем отличие аналогового и цифрового сообщений?
- 5 Запишите общее выражение сигнала-переносчика сообщения.
- 6 В чем отличие сигналов с одноступенчатой и двухступенчатой модуляцией? Приведите примеры осциллограмм.
- 7 Что есть функция различия сигналов и каков ее смысл? 8 Запишите выражение функции различия двух сигналов по одному информативному параметру  $x$ , когда он не является энергетическим. По двум параметрам?
- 8 Запишите в общем виде частотно-временную корреляционную функцию узкополосного радиосигнала.
- 9 Какие параметры радиосигнала определяют ширину ФН вдоль осей «время – частота»? Как влияет энергия сигнала на ФН?
- 10 Что есть база радиосигнала, и в чем различие сигналов с простой и сложной модуляцией?

### Перечень вопросов для Контрольной работы 2

1. В чем суть задачи оптимизации РТС, каковы основные этапы ее решения?
2. В какой момент времени на выходе согласованного фильтра можно получить наибольшее превышение полезного сигнала над шумом?
3. Структура согласованного фильтра для радиоимпульса с ФКМ.
4. Структура оптимального приемника-обнаружителя полностью известного сигнала.

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Что есть функция неопределенности радиосигнала, каковы ее свойства?
2. В чем сущность принципа неопределенности в радиолокации?
3. Объясните работу согласованного фильтра на физическом уровне.
4. Запишите в общем виде оптимальное решающее правило приемника-различителя двух сигналов на фоне помехи.
5. Дайте формулировку критерия "идеального наблюдателя", критерия Неймана-Пирсона.
6. В чем отличие моделей однолучевого и многолучевого радиоканалов.
7. Какой процесс называется нормальным, каковы его особенности?
8. Что есть база радиосигнала, и в чем различие сигналов с простой и сложной модуляцией?
9. Изложите постановку задачи в байесовской теории синтеза оптимального приемника-различителя (обнаружителя) двух полезных сигналов на фоне помехи.
10. Что есть функция различия сигналов и каков ее смысл?