

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

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

01.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.6 Интеллектуальные сенсоры каналов радиосвязи

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и
сети

Курс 2
Семестр 3, 4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	<u>144 / 4</u>	часов/зачетных единиц
Лекции	<u>2</u>	часов
Лабораторные работы	<u>2</u>	часов
Практические занятия	<u>-</u>	часов
Иная контактная работа	<u>-</u>	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	<u>4</u>	часов
Контактная работа по экзамену	<u>-</u>	часов
Курсовой проект (работа)	<u>-</u>	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	<u>140</u>	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	<u>-</u>	часов
Экзамен	<u>-</u>	семестр
Зачет	<u>-</u>	семестр
БРК, ДЗ	<u>4</u>	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиС	СОГЛАСОВАНО	Р.Р. Бельгибаев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
31.01.2023	протокол №	1	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 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-3 Способен выбирать и участвовать в проведении экспериментальной проверки работоспособности программных платформ систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования	ИД-3.1 Анализирует и выбирает методы разработки систем искусственного интеллекта	знания: Знает методы разработки систем искусственного интеллекта умения: Умеет проводить сравнительный анализ методов искусственного интеллекта навыки: Владеет навыками выбора эффективных методов разработки интеллектуальных систем
	ИД-3.2 Выбирает программные платформы систем искусственного интеллекта	знания: Знает основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования умения: Умеет выбирать и применять программные платформы систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования навыки: Владеет навыками выбора программных платформ систем искусственного интеллекта в соответствии с требуемыми критериями эффективности и качества функционирования
2. ПК-6 Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС,	ИД-6.1 Способен создавать радиоэлектронные устройства или радиоэлектронные системы на основе накопленного опыта	знания: Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты умения: Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем, разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем навыки: Владеет навыками разработки и анализу вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и критического мышления; прогнозу последствий, поиск компромиссных решений в условиях многокритериальности

<p>ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	<p>ИД-6.2 Применяет логические методы и приемы научного исследования методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем в профессиональной деятельности</p>	<p>знания: Знает логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности</p> <p>умения: Умеет применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные методы научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности</p> <p>навыки: Владеет навыками использования логических методов и приемов научного исследования методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними, основные особенности научного метода познания, программно-целевые методы решения научных проблем В профессиональной деятельности</p>
---	---	---

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: Интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети (ПК-6), Помехоустойчивость систем связи и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств (ПК-6), Инструментальные средства разработки инфокоммуникационных систем с ИИ (ПК-6), Языки программирования систем ИИ (ПК-6); практик: Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-3), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (рассредоточенная) (ПК-6), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-3), Преддипломная

практика (ПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), 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, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование интеллектуальных сенсоров каналов связи с использованием SDR технологии.	72	ПК-3, ПК-6
Лекция. Использование искусственного интеллекта в интеллектуальных сенсорах радиоканалов.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Радиосенсоры каналов связи. Оценка параметров радиоканала. Когнитивное радио. Оценка занятости радиоканала. Использование искусственного интеллекта в интеллектуальных сенсорах радиоканалов. Формирование сложного (ЛЧМ и ФКМ) зондирующего сигнала. Корреляционная обработка ФКМ сигнала. Получение импульсной характеристики канала. Когерентное накопление. Получение функции рассеяния канала.	70	
Иная контактная работа:	0	

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Интеллектуальные сенсоры каналов радиосвязи	72	ПК-3, ПК-6
Лабораторная работа. Корреляционная обработка ЛЧМ сигнала. Получение импульсной характеристики канала.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Аналоговые и цифровые сигналы. Спектральный анализ дискретных сигналов. Цифровые фильтры. Согласованный прием и корреляционная обработка. Профиль задержки мощности. Функция рассеяния радиоканала. Ионосферный радиоканал. Шумы и помехи в канале связи. Методы машинного обучения для прогнозирования временных рядов.	70	
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 **лабораторной работы**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **балльно-рейтинговый контроль**.

Лабораторные занятия по синтезу, обработке сигналов и оценке занятости каналов рекомендуется проводить с использованием программ GNU Radio и Mathcad.

Лабораторные занятия по прогнозированию радиоканалов рекомендуется проводить с использованием языка программирования Python с использованием библиотек Pands, NumPy, SciPy, Matplotlib, Scikit-learn. В качестве среды разработки рекомендуется использовать Jupyter Notebook

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
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Рафиков, Р. А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства [Электронный ресурс] / Рафиков Р. А. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 440 с. ISBN 978-5-8114-2695-9.	https://e.lanbook.com/book/209978
2.	Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства [Электронный ресурс] / Рафиков Р. А. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 320 с. ISBN 978-5-8114-2134-3.	https://e.lanbook.com/book/212318
3.	Скляр, Бернард. Цифровая связь [Текст] : теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр ; [пер. с англ.]. 2-е изд., испр. Москва [и др.]: Вильямс, 2003. - 1099 с. ISBN 5-8459-0497-8. Экземпляры: всего 5.	5
4.	Иванов, Владимир Алексеевич. Основы радиотехнических систем ДКМ диапазона [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальностям "Радиотехника", "Радиосвязь, радиовещание и телевидение"] / В. А. Иванов, Н. В. Рябова, В. В. Шумаев ; ред. В. А. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. - 204 с. ISBN 5-230-00424-X. Экземпляры: всего 22.	22

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.	333б (III)	Проектор мультимедийный Hitachi CP-X2514WN (1), Экран настенный 200*200см Braun Roll Vision (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
2.	333г (III)	Компьютер P4-3.0/2*256Mb/HDD 200Gb/128 6600GT/DVD-RW/KM/FDD/MBi945P/UPS (1), Ксерокс Canon FC-860 (1), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (10), Монитор 19"Samsung 940N (LKSB) TFT (1), Принтер HP Laser Jet 1100 (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Mathcad University Classroom Perpetual - 40

	Систем.блок DUOE6300/1024Мб*2/320Gb/DVD- RW/клав.мышь.ковр. (1), Комплект учебной мебели (1)	Core2
--	---	-------

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. 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. Для заданных параметров сигнала смоделируйте сигнал с линейно-частотной модуляцией (ЛЧМ). Посчитайте его спектр. Постройте графики сигнала во временной и частотной

области.

2. Для заданных параметров сигнала смоделируйте сигнал с фазо-кодовой манипуляцией (ФКМ). Посчитайте его спектр. Постройте графики сигнала во временной и частотной области.
3. Для ЛЧМ сигнала прошедшего через модель канала получите импульсную характеристику канала и постройте ее график.
4. Для ФКМ сигнала прошедшего через модель канала получите импульсную характеристику канала и постройте ее график.
5. Для нескольких сегментов сложного сигнала прошедшего через канал связи реализуйте когерентное накопление и получите функцию рассеяния канала.
6. По заданному алгоритму определения порогового уровня смоделируйте систему определения занятости радиоканала.
7. По исходным данным обучите модель предсказания максимальной применимой частоты для ионосферного радиоканала. Сравните предсказанные значения с реальными и посчитайте среднюю ошибку предсказания.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

8. Что называют сенсором? В чем его назначение?
9. В чем отличие между активным и пассивным сенсором?
10. Чем отличается интеллектуальный сенсор от обычного сенсора?
11. Что называют объектом наблюдения сенсора?
12. Какие параметры измеряют радиосенсоры каналов радиосвязи?
13. Какие сигналы используются в активных сенсорах каналов связи?
14. В чем заключается принцип сжатия сложного сигнала?
15. Опишите алгоритм определения ФРК и основных параметров радиоканала.
16. Как определить занятый канал? Критерий занятости канала.
17. Особенности проектирования сенсоров радиоканалов с использованием SDR технологии.
18. Какие методы машинного обучения применяются в сенсорах радиоканалов?