

**РП СФОРМИРОВАНА,
СОГЛАСОВАНА
И УТВЕРЖДЕНА В ЭИОС**

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

Б.1.2.6 Нейронные сети

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Бакалавр

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети

Распределение учебного времени

(ГОД)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	К.О. Иванов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(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	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 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-4 Способность осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций	ИД ПК-4.1 Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи.	знания: Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи умения: навыки:
	ИД ПК-4.2 Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам.	знания: умения: Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам навыки:
	ИД ПК-4.3 Владеет навыками инструментальных измерений, используемых в области телекоммуникаций, и оценки их соответствия техническим нормам и параметрам оборудования и каналов передачи установленным эксплуатационно-техническим нормам, ведение документации по результатам измерений.	знания: умения: навыки: Владеет навыками инструментальных измерений, используемых в области телекоммуникаций, и оценки их соответствия техническим нормам и параметрам оборудования и каналов передачи установленным эксплуатационно-техническим нормам, ведение документации по результатам измерений

2. ПК-10 Способен использовать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ИД ПК-10 Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи.	знания: 3-1. Знает базовые архитектуры и модели искусственных нейронных сетей. 3-2. Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей. умения: У-1. Умеет проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задачи машинного обучения. У-2. Умеет применять современные инструментальные средства для обучения моделей искусственных нейронных сетей и решения задач. навыки: навыки оценки и выбора моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи.
--	---	--

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 видеоаналитики и радиовидения (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-10)

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: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование нейронных систем	64	ПК-10, ПК-4
Лекция. Основы нейронных сетей:	2	
Введение в искусственные нейронные сети (ИНС).		
Структура и функции искусственных нейронов.		
Типы активационных функций и их роли.		

Лекция. Архитектуры нейронных сетей: Многослойные персептроны. Сверточные нейронные сети (CNN). Рекуррентные нейронные сети (RNN). Автоэнкодеры и их применение.	2
Самостоятельная работа. Обучение нейронных сетей: Метод обратного распространения ошибки. Оптимизация весов: градиентные методы. Регуляризация и предотвращение переобучения. Гиперпараметры и их влияние на обучение.	2
Самостоятельная работа. Проектирование сверточных нейронных сетей для компьютерного зрения: Основы обработки изображений. Проектирование слоев сверточных сетей. Применение сверточных сетей для классификации и детекции объектов.	2
Самостоятельная работа. Проектирование рекуррентных нейронных сетей для обработки последовательностей: Основы обработки последовательностей. Проектирование рекуррентных слоев и ячеек LSTM (Long Short-Term Memory). Применение RNN для задач, таких как машинный перевод и временные ряды.	2
Самостоятельная работа. Проектирование нейронных сетей для обработки естественного языка: Основы обработки текста. Проектирование эмбедингов слов. Применение нейронных сетей для задач анализа тональности, классификации текста и машинного перевода.	2
Самостоятельная работа. Тонкости исследования и интерпретации результатов: Оценка производительности модели. Валидация и тестирование нейронных сетей. Интерпретация весов и активаций.	2
Самостоятельная работа. Проектирование нейронных систем для сегментации медицинских изображений.	2
Практическое занятие. Алгоритм обратного распространения ошибки. Создание собственного фреймворка для глубокого обучения	4
Самостоятельная работа. Разработка последовательной нейронной сети для классификации электроэнцефалограмм с помощью библиотеки keras	6
Самостоятельная работа. Проектирование сверточной нейронной сети для классификации двумерных изображений хромато-масс-спектрограмм летучих метаболитов мочи	4
Самостоятельная работа. Сегментация медицинских изображений с помощью сверточных нейронных сетей U-Net	6
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение следующих разделов дисциплины: условная вероятность, оценка доверительных интервалов случайных величин, полученных по результатам наблюдений.	28
Иная контактная работа:	0

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование нейронных систем	72	ПК-10, ПК-4
Практическое занятие. Обработка текстовых последовательностей с помощью нейронных сетей	4	
Практическое занятие. Использование готовых моделей нейронных сетей в своих проектах	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Самостоятельное изучение следующих разделов дисциплины: этические вопросы, связанные с проектированием и использованием нейронных сетей, влияние искусственного интеллекта на общество.	64	
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.

Курс состоит из двух модулей. Каждый модуль включает в себя несколько тем. Освоение каждой темы состоит из следующих работ:

- работа с лекциями, дополнительным теоретическим материалом;
- закрепление нового материала с использованием теста темы;
- выполнение практических работ.

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. Изучение дисциплины включает выполнение контрольной работы и практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Практические занятия рекомендуется проводить с использованием ПО - интерпретатора Python-3 и использовать открытые датасеты и библиотеки Numpy, Matplotlib, Pandas, SciPy,

TensorFlow, Keras, PyTorch.

В качестве среды разработки рекомендуется использовать локальную установку Python и Visual Studio Code, а также онлайн платформы Google Colab, Jupyter Notebook, Kaggle.

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.	Барский, А. Б. Логические нейронные сети [Электронный ресурс] / Барский А. Б. 2-е изд. Москва: ИНТУИТ, 2016. - 492 с. ISBN 978-5-94774-646-4.	https://e.lanbook.com/book/100630
2.	Применение объектно-ориентированного программирования в задачах обработки сигналов и изображений с элементами искусственного интеллекта [Текст] : учебное пособие для специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", направлений подготовки 11.04.01 "Радиотехника", 12.03.04, 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии", 09.03.02, 09.04.02 "Информационные системы и технологии, 15.03.01, 15.04.01 "Машиностроение" / А. А. Баев, К. О. Иванов, Ю. А. Ипатов, А. Н. Леухин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 205 с. ISBN 978-5-8158-2275-7. Экземпляры: всего	7 / https://portal.volgatech.net/books/Primeneniye_obektno-oriyentirovannogo_programirovaniya_v_zadachakh_obrabotki_signalov_i_izobrazheniy_s_elementami_iskusstvennogo_intellekta_2022.pdf
3.	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ростовцев В. С. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 216 с. ISBN 978-5-507-46446-3.	https://e.lanbook.com/book/310184
4.	Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : монография / Остроух А. В., Суркова Н. Е.; Суркова Н. Е. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 228 с. ISBN 978-5-507-46441-8.	https://e.lanbook.com/book/310199
5.	Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н.; Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 188 с. ISBN 978-5-507-46866-9.	https://e.lanbook.com/book/322664
6.	Кревецкий, Александр Владимирович. Основы технологий искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Кревецкий, Ю. А. Ипатов, Н. И. Роженцова ; под общей редакцией А. В. Кревецкого; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет".	https://portal.volgatech.net/books/Krevetskiy_Osnovy_tekhnologii_iskusstvennogo_intellekta_2023.pdf

	Ола: ПГТУ, 2023. - 272 с. ISBN 978-5-8158-2358-7.	
7.	Сидоркина, Ирина Геннадьевна. Системы искусственного интеллекта [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычисл. техника"] / И. Г. Сидоркина. М.: Кнорус, 2011. - 245 с. ISBN 978-5-406-00449-4. Экземпляры: всего 88.	88
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

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.	531 (III)	ПК B112,2 420W/Intel Celeron Dual-Core E3300/кл,мышь,фильт,мон. VA1931 (5)	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	Зачтено

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. Какие задачи можно решить с помощью нейронных сетей?

- a) решение математических уравнений
- b) обработка изображений
- c) создание баз данных
- d) разработка мобильных приложений

2. Что такое рекуррентная нейронная сеть?

- a) нейронная сеть, которая использует сверточные слои
- b) нейронная сеть, которая способна запоминать предыдущие состояния
- c) нейронная сеть, которая использует рекуррентные слои
- d) нейронная сеть, которая использует полносвязные слои

3. Какой тип нейронной сети используется для задач классификации?

- a) сверточная нейронная сеть
- b) рекуррентная нейронная сеть
- c) полносвязная нейронная сеть
- d) глубокая нейронная сеть

4. Каким образом происходит подготовка выборки данных для обучения нейронной сети?

- a) удаление выбросов из данных
- b) нормализация данных

c) отбор признаков

d) аугментация данных

5. Какие методы используются для оптимизации нейронных сетей?

a) метод градиентного спуска

b) метод стохастического градиентного спуска

c) метод адаптивного градиента

d) все вышеперечисленные методы

6. Для каких задач используется нейронная сеть в задачах регрессии?

a) для предсказания категории объекта

b) для определения типа объекта

c) для предсказания численных значений

d) для прогнозирования временных рядов

7. Какие методы можно использовать для ускорения обучения нейронных сетей?

a) Использование начальных весов, стандартизация данных и подготовка выборки

b) Увеличение количества нейронов в слоях

c) Использование метода случайного поиска

d) Использование метода мультиагентного обучения

8. Что такое нейросетевой классификатор?

a) Специальный алгоритм для обучения нейронных сетей

b) Модель нейронной сети, используемая для решения задач классификации

c) Модель нейронной сети, используемая для решения задач регрессии

d) Модель нейронной сети, используемая для поиска аномалий данных

9. Как называется архитектура сверточной нейронной сети, которая использует различные размеры фильтров для обработки изображений?

a) ResNet

b) VGG

c) Inception

d) AlexNet

10. Какой тип нейронных сетей чаще всего используется для обработки изображений

и видео?

- a) Полносвязные нейронные сети
- b) Рекуррентные нейронные сети
- c) Сверточные нейронные сети
- d) Генеративные нейронные сети

11. Как называется глубокая нейронная сеть, которая используется для генерации новых изображений на основе обучающей выборки?

- a) GAN
- b) VAE
- c) LSTM
- d) RNN

12. Какие типы сверточных слоев могут использоваться в сверточной нейронной сети?

- a) Convolutional, pooling, fully-connected
- b) Convolutional, recurrent, dropout
- c) Convolutional, batch normalization, dropout
- d) Convolutional, max pooling, average pooling

13. Какой принцип лежит в основе работы трансформеров?

- a) Принцип обработки последовательностей
- b) Принцип вычисления градиентов
- c) Принцип преобразования данных в новое пространство признаков
- d) Принцип объединения нескольких моделей в единую архитектуру

14. Какие задачи можно решать с помощью трансформеров?

- a) Обработка изображений
- b) Обработка аудио
- c) Обработка естественного языка
- d) Прогнозирование временных рядов

15. Для чего используются сверточные слои в архитектуре сверточных нейронных сетей?

- a) Для обработки последовательностей

- b) Для уменьшения размерности входных данных
- c) Для создания нелинейных комбинаций признаков
- d) Для объединения нескольких моделей в единую архитектуру

16. Каким образом рекуррентные нейронные сети могут обрабатывать последовательности?

- a) Используя циклические связи между скрытыми состояниями
- b) Разбивая последовательности на фиксированные отрезки
- c) Используя методы глубокого обучения
- d) Определяя регулярность в последовательности

17. Для каких задач в телекоммуникациях часто используют трансформеры?

- a) Обработка изображений
- b) Обработка звука
- c) Обработка естественного языка
- d) Обработка числовых данных

18. Какая задача решается при обучении с подкреплением?

- a) Классификация данных
- b) Регрессия данных
- c) Поиск оптимальной стратегии
- d) Кластеризация данных

19. В каких областях телекоммуникаций применяется обучение с подкреплением?

- a) Обработка изображений и видео
- b) Обработка естественного языка
- c) Управление сетями связи
- d) Все перечисленное

20. Какой подход к обучению с подкреплением предполагает использование функции награды и оптимизации дисконтированной суммы будущих вознаграждений?

- a) Supervised learning
- b) Unsupervised learning
- c) Reinforcement learning

d) Evolutionary learning

21. Какой метод обучения с подкреплением использует нейронную сеть для определения оптимального действия, а не функцию ценности?

a) Deep Q-Networks (DQN)

b) Policy Gradient (PG) Methods

c) Evolutionary learning

d) Unsupervised learning

22. Какие методы обучения с подкреплением используются для оптимизации маршрутизации в сетях связи?

a) Deep Q-Networks (DQN)

b) Policy Gradient (PG) Methods

c) Эволюционные методы

d) Все вышеперечисленные методы

23. Какие основные принципы обучения с подкреплением существуют?

a) Model-based RL

b) Model-free RL

c) Value-based RL

d) Все вышеперечисленные принципы

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1) Модель нейрона. Логистическая регрессия.

2) Построение пороговой функции активации. Модель нейрона с логистической функцией активации.

3) Моделирование булевых операций.

4) Метод стохастического градиента. Расписать градиентный шаг для квадратичной функции потерь и сигмоидной функции активации.

5) Что такое «сокращение весов»?

6) Принципы выбора начальных весовых коэффициентов.

7) Приведите пример выборки, которую невозможно классифицировать без ошибок с помощью линейного алгоритма классификации. Какова минимальная длина выборки, обладающая данным свойством?

8) Какие существуют способы модифицировать линейный алгоритм так, чтобы выборка стала линейно разделимой?

- 9) Почему любая булева функция представима в виде нейронной сети? Сколько в ней слоёв?
- 10) Реализация многослойных классификационных нейросетей.
- 11) Модель нейросети, реализующей операцию "Исключающее ИЛИ". Аппроксимация булевых функций.
- 12) Метод обратного распространения ошибок для оптимизации многослойных нейронных сетей. Основная идея. Основные недостатки и способы их устранения.
- 13) Пример реализации нейросетей с использованием библиотеки `numpy`.
- 14) Обучение нейрона. Правило Хебба. Постановка задачи обучения нейросети.
- 15) Минимизация квадрата ошибки. Градиентный спуск. Применение градиентного спуска для обучения нейрона.
- 16) Как можно выбирать начальное приближение в градиентных методах настройки нейронных сетей?
- 17) Как можно ускорить сходимость в градиентных методах настройки нейронных сетей?
- 18) Как выбирать число нейронов скрытого слоя в градиентных методах настройки нейронных сетей?
- 19) Стохастический градиентный спуск (СГС). Подбор параметров СГС. Регуляризация.
- 20) Виды используемых функций потерь для оптимизации/обучения нейросети. Визуализация процесса обучения нейросетей.
- 21) Пример обучения нейросетей с использованием библиотеки `numpy`.
- 22) Построение и оптимизация многослойной классифицирующей нейросети. Виды слоев нейросети.
- 23) Dropout. Batch-нормализация. Пример классификации изображений.
- 24) Основные возможности библиотеки `Keras` по построению и обучению нейросетей.