

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

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

Б.1.2.15 Проектирование нейронных систем

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Бакалавр

Биомедицинские интеллектуальные системы и комплексы

Распределение учебного времени

(ГОД)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

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)		
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): Мухин Игорь Павлович, зав. научной лаборатории ООО "НПФ Мета-хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 11.03.2024 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-4 Способность к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека	ПК-4.1 Разрабатывает структуру интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе.	знания: Знание основных принципов работы медицинских устройств и систем. умения: Умение разрабатывать и оптимизировать технологические процессы производства. навыки: Навыки обработки и анализа данных, которые могут быть получены из биотехнических экспериментов.
	ПК-4.2 Выполняет сборку, юстировку и контроль медицинских изделий и биотехнических систем, а также наладку оборудования и поверку средств измерений	знания: Знание технологий изготовления, сборки, юстировки и контроля медицинских изделий и биотехнических систем умения: Умение разрабатывать и внедрять процессы юстировки для обеспечения точности измерений. навыки: Навыки эффективной отладки и исправления ошибок.
	ПК-4.3 Выполняет настройку программных средств, используемых для производства биотехнических систем медицинского назначения	знания: Знание основных стандартов документирования кода и процессов разработки программного обеспечения для решения медико-биологических задач умения: Умение использовать системы автоматического документирования программ в области биомедицинской инженерии навыки: Навыки документирования кода и создания пользовательской документации для библиотек и подпрограмм.
2. ПК-2 Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию	ПК-2.1 Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели элементы и процессы биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий	знания: Знание высшей математики, включая дифференциальные уравнения, линейную алгебру, математическую статистику и численные умения: Умение обработки и анализа данных, особенно в контексте биотехнологических приложений. навыки: Навыки программирования на языках, таких как Python, Java, C++ или других, используемых в биотехнических приложениях.

на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.2 Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности технологии искусственного интеллекта и различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении задач проектирования биотехнических систем	знания: Знание математических моделей, используемых в биотехнических системах. умения: Умение решать задачи оптимизации с учетом ограничений и специфических требований. навыки: Навыки применения различных численных методов, таких как метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод Монте-Карло и другие, к решению задач в биотехнической области.
	ПК-2.3 Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем	знания: Знание работы с базами данных, если это необходимо для проекта. умения: Умение оптимизировать код для повышения производительности. навыки: Навыки разработки на высокоуровневых языках программирования, таких как Python, C++, Java, MATLAB и других, в зависимости от требований проекта.

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: Цифровые устройства и микропроцессоры (ПК-2), Цифровая обработка сигналов в биомедицинских системах (ПК-2); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-4), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-4) Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Интеллектуальные диагностические методы исследований в медицине (ПК-2); практиках: Преддипломная практика (ПК-4), Преддипломная практика (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

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, лекция с элементами мозгового штурма, мини-проекты

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Проектирование нейронных систем	108	ПК-2, ПК-4
Лекция. Основы нейронных сетей: Введение в искусственные нейронные сети (ИНС). Структура и функции искусственных нейронов. Типы активационных функций и их роли.	2	
Лекция. Архитектуры нейронных сетей: Многослойные персептроны. Сверточные нейронные сети (CNN). Рекуррентные нейронные сети (RNN). Автоэнкодеры и их применение.	2	
Лекция. Обучение нейронных сетей: Метод обратного распространения ошибки. Оптимизация весов: градиентные методы. Регуляризация и предотвращение переобучения. Гиперпараметры и их влияние на обучение.	2	
Лекция. Проектирование сверточных нейронных сетей для компьютерного зрения: Основы обработки изображений. Проектирование слоев сверточных сетей. Применение сверточных сетей для классификации и детекции объектов.	2	
Лекция. 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	
Лекция. 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	
Лекция. Тонкости исследования и интерпретации результатов: Оценка производительности модели. Валидация и тестирование нейронных сетей. Интерпретация весов и активаций.	2	
Лекция. Проектирование нейронных систем для сегментации медицинских изображений.	2	
Практическое занятие. Алгоритм обратного распространения ошибки. Создание собственного фреймворка для глубокого обучения	6	
Практическое занятие. Разработка последовательной нейронной сети для классификации электроэнцефалограмм с помощью библиотеки keras	4	
Практическое занятие. Проектирование сверточной нейронной	4	

сети для классификации двумерных изображений хромато-масс-спектрограмм летучих метаболитов мочи		
Практическое занятие. Сегментация медицинских изображений с помощью сверточных нейронных сетей U-Net	6	
Практическое занятие. Обработка текстовых последовательностей с помощью нейронных сетей	6	
Практическое занятие. Использование готовых моделей нейронных сетей в своих проектах	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Самостоятельное изучение следующих разделов дисциплины: условная вероятность, оценка доверительных интервалов случайных величин, полученных по результатам наблюдений, этические вопросы, связанные с проектированием и использованием нейронных сетей.		
влияние искусственного интеллекта на общество.	60	
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 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 практических занятий и контрольной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания

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-orientirovannogo_programmirovaniya_v_zadachakh_obrabotki_signalov_i_izobrazheniy_s_elementami_iskusstvennogo_intellekta_2022.pdf
3.	Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Романов П. С., Романова И. П.; Романова И. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 140 с. ISBN 978-5-507-47377-9.	https://e.lanbook.com/book/364964
4.	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
5.	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
6.	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
7.	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". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 272 с. ISBN 978-5-8158-2358-	https://portal.volgatech.net/books/Krevetskiy_Osnovy_tekhnologii_iskusstvennogo_intellekta_2023.pdf
8.	Фурман, Яков Абрамович. Нейросетевые системы	24

	управления [Текст] : учеб. пособие для студентов специальностей 190600 "Инженерное дело в медико-биол. практике", 210100 "Упр. и информатика в техн. системах", 200700 "Радиотехника" / Я. А. Фурман, А. О. Евдокимов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 87 с. Экземпляры: всего 24.	
9.	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,филт,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. 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 проведения промежуточной аттестации

1. Что такое искусственный нейрон и как он функционирует?
2. Каковы основные компоненты многослойного персептрона?
3. В чем основные отличия между сверточными и рекуррентными нейронными сетями?
4. Какие задачи лучше всего решаются с использованием автоэнкодеров?
5. Объясните принцип обратного распространения ошибки.
6. Какие методы оптимизации весов вы знаете?
7. Как работают сверточные слои в нейронных сетях?
9. В чем заключается принцип операции пулинга?
10. Что такое ячейка LSTM и в чем ее преимущество перед обычными рекуррентными слоями?
11. Как решаются проблемы затухания и взрывного градиента в рекуррентных сетях?
12. Что такое эмбединги слов и как они используются в нейронных сетях для обработки текста?
13. Какие задачи можно решить с помощью рекуррентных нейронных сетей в обработке естественного языка?
14. Что такое transfer learning и как он может быть использован для улучшения производительности модели?
15. Как применять аугментацию данных для улучшения обучения нейронных сетей?
16. Какие этические вопросы могут возникнуть при использовании нейронных сетей в медицине?
17. Как обеспечить справедливость и предотвратить дискриминацию при проектировании нейронных систем?

