

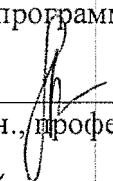


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


С.В. Максимова
д.т.н., профессор кафедры АУр

« 14 » « июля » 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Нейронные сети и искусственный интеллект в проектировании зданий
и сооружений»
по программе аспирантуры
«Информационные технологии в проектировании зданий»**

Научная специальность	2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Информационные технологии в проектировании зданий
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Архитектура и урбанистика
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачет:	4

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Нейронные сети и искусственный интеллект в проектировании зданий и сооружений» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области современных методов проектирования архитектурно-градостроительной среды, с применением последних достижений в области цифровизации процесса проектирования с помощью искусственного интеллекта.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейронные сети и искусственный интеллект в проектировании зданий и сооружений» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- базовые понятия искусственного интеллекта (ИИ), такие как перцептрон, искусственные нейронные сети (ANN) и глубокое обучение.
- возможности искусственного интеллекта в области архитектуры и строительства принципы работы с цифровыми инструментами обследования архитектурных объектов и сооружений;
- основные методы и подходы в области ИИ
- архитектуры нейронных сетей
- понимать, как работают сверточные нейронные сети
- понимать этические вопросы и проблемы, которые могут возникнуть при использовании машинного обучения и нейронных сетей в архитектуре и строительстве, таких как вопросы приватности данных, безопасности и управления.

Уметь:

- осознанно использовать искусственный интеллект для решения прикладных исследовательских задач
- работать с библиотеками для машинного обучения и облачными сервисами
- применять семантический анализ для исследования архитектурных объектов

- работать с библиотеками для машинного обучения и облачными сервисами
- применять семантический анализ для исследования архитектурных объектов
- применять полученные знания на практике, создавая и публикуя проекты, где используются нейронные сети

Владеть:

- навыками применения нейронных сетей для анализа и решения различных задач, связанных с архитектурой и строительством, таких как распознавание образов, анализ данных, прогнозирование, оптимизация проектных решений и виртуальное моделирование.
- освоить алгоритмы, используемые для обучения нейронных сетей, такие как обратное распространение ошибки, алгоритмы оптимизации (например, градиентный спуск) и методы регуляризации.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Общие положения

(Л – 0, ПР - 8, СР – 25)

1. Введение в искусственный интеллект (ИИ) и нейронные сети (НС)
 - 1.1. Определение и история развития ИИ
 - 1.2. Основные методы и подходы в области ИИ
 - 1.3. Введение в нейронные сети и глубокое обучение
 - 1.4. Обзор применений ИИ и нейронных сетей в архитектуре
2. Математические основы ИИ
 - 2.1. Основы линейной алгебры и теории графов
 - 2.2. Введение в статистику и вероятность
 - 2.3. Оптимизация и численные методы
3. Программирование и инструменты
 - 3.1. Основы программирования на языках Python и/или JavaScript
 - 3.2. Работа с библиотеками для машинного обучения, такими как TensorFlow, Keras, и PyTorch
 - 3.3. Основы работы с графическими процессорами (GPU) и облачными сервисами
4. Архитектуры нейронных сетей
 - 4.1. Полносвязные нейронные сети
 - 4.2. Сверточные нейронные сети
 - 4.3. Рекуррентные нейронные сети и LSTM

4.4. Автоэнкодеры и генеративно-состязательные сети (GAN)

4.5. Примеры применения нейронных сетей в генеративном проектировании и анализе пространства

Раздел 2. Применение нейронных сетей и искусственного интеллекта

(Л – 0, ПР - 8, СР – 26)

5. Введение в компьютерное зрение и обработку графики

5.1. Основы цифровой обработки изображений

5.2. Обнаружение и распознавание объектов

5.3. Использование компьютерного зрения в архитектуре и урбанистике

6. Распознавание и генерация текстовых данных

6.1. Основы обработки естественного языка

6.2. Использование нейронных сетей для анализа текстовых данных в архитектуре

6.3. Применение семантического анализа для исследования архитектурных концепций

7. Практические проекты

7.1. Анализ архитектурных образцов с использованием компьютерного зрения

7.2. Генеративное проектирование с использованием ИИ и нейронных сетей

7.3. Оптимизация параметрических моделей с использованием ИИ

7.4. Разработка интеллектуальных систем автоматизации для архитектурных решений

8. Философия и этика использования искусственного интеллекта в архитектуре

8.1. Рассмотрение социальных и культурных вопросов

8.2. Обсуждение этических проблем и ответственности

8.3. Будущее развития ИИ в архитектуре

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Игра "Моделирование нейронной сети": Разделить студентов на группы по 3-5 человек. Каждый студент будет представлять собой нейрон, и они должны создать нейронную сеть, используя данные из обучающей выборки. Студенты должны опираться на веса и функции активации, чтобы принимать решения в сети.	Творческое задание	Работа аспиранта с группой студентов магистров или бакалавров
2	3	Построение нейронной сети в Python: Аспирант пробует написать код для обучения нейронной сети с использованием библиотек, таких как TensorFlow или Keras. Для начала можно использовать простые датасеты, например, MNIST или Iris.	Творческое задание.	код для создания и обучения нейронной сети
3	5	Визуализация нейронных сетей: Показать визуализацию работы нейронной сети, чтобы увидеть процесс передачи информации и	Творческое задание.	Темы творческих заданий.

		обучения. Существуют инструменты, такие как TensorBoard, которые помогут в этом.		
4	4	Соревнования по обучению нейронных сетей: Разделить студентов на команды и предложить им соревноваться в обучении нейронных сетей для решения различных задач. Это поможет узнать больше о настройке параметров и разных архитектурах нейронных сетей.	Творческое задание.	Работа аспиранта с группой студентов магистров или бакалавров
5	7.2	Обсуждение ошибок обучения: Аспирант делает презентацию о типичных ошибках, возникающих при обучении нейронных сетей, таких как переобучение и недообучение, и обсуждают, как их избегать.	Творческое задание.	Презентация
6	7.3.	Работа с предобученными нейронными сетями: познакомиться с передовыми архитектурами нейронных сетей, использовать предобученные модели для решения различных задач, таких как классификация изображений или генерация текста.	Творческое задание.	Решение задачи
	7.4	Игра "Моделирование нейронной сети": Разделить студентов на группы по 3-5 человек. Каждый студент будет представлять собой нейрон, и они должны создать нейронную сеть, используя данные из обучающей выборки. Студенты должны опираться на веса и функции активации, чтобы принимать решения в сети.	Творческое задание	Работа аспиранта с группой студентов магистров или бакалавров. Результат: Коллективная нейронная сеть

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	6	Генеративное проектирование: студенты используют алгоритмы и программное обеспечение для генерации автоматических архитектурных концепций на основе заданных параметров и целей.	Творческое задание	Архитектурная концепция объекта
2	7	Городское планирование: студенты используют инструменты машинного обучения для анализа городских данных и определения оптимальных мест для новых зданий и инфраструктуры.	Творческое задание	Графическое Решение задачи

3	6	Прогнозирование энергии и экологии: студенты используют инструменты искусственного интеллекта для анализа и прогнозирования потребления энергии, тепловой нагрузки и выбросов зданий.	Творческое задание	Графическое Решение задачи
4	7	Автоматизация процесса проектирования: студенты используют алгоритмы для оптимизации планировки и распределения пространства в зданиях, используя такие параметры как доступность, удобство и функциональность.	Творческое задание	Графическое Решение задачи
5	5	Обработка изображений и компьютерное зрение: студенты используют алгоритмы, связанные с обработкой изображений и компьютерное зрение для анализа и трансформации архитектурных чертежей или фотографий.	Творческое задание	Графическое Решение задачи
6	6	Работа с архитектурными данными и текстами: показать применение нейронных сетей для обработки архитектурных данных и создания интеллектуальных систем, способных обрабатывать нормы, коды или рекомендации по архитектуре и строительству	Творческое задание	
7	7	Виртуальная и дополненная реальность: студенты интегрируют инструменты искусственного интеллекта в виртуальной и дополненной реальности для создания интерактивных визуализаций архитектурных проектов.	Творческое задание	
8	8	Роботизация строительства: изучение принципов работы робототехники, AI и машинного обучения для автоматизации строительства зданий, включая методы 3D-печати и сборки конструкций.	Собеседование	зачет

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Нейронные сети и искусственный интеллект в проектировании зданий и сооружений» аспирантам рекомендуется:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Рассел С., Норвиг П. "Искусственный интеллект. Современный подход" (4-е издание) (2021, DjVu)	<i>В открытом доступе</i>
2	Ясницкий Л. Н. Искусственный интеллект/ Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011 е-книга	<i>ЭБ ПНИПУ</i> Постоянный адрес этой страницы https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib24620
3	Арсеньев А. С., Ильенков Э. В., Давыдов В. В. Машина и человек, кибернетика и философия. — Собрание сочинений. Т. 3. — М.: Канон плюс, 2020. ISBN 978-5-88373-579-9	
4	Бруссард М. Искусственный интеллект. Пределы возможного. — М.: Альпина нон-фикшн, 2020. — ISBN 978-5-00139-080-0.	
5	HUMAN FUTURE. — М.: Альпина ПРО, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-907534-65-0.	
6	Этика и «цифра»: этические проблемы цифровых технологий Аналитический доклад. /РАНХиГС, - 2022	<i>В открытом доступе</i> https://ethics.cdto.ranepa.ru/
	Аксенова Е.И. Экспертный обзор развития технологий искусственного интеллекта в России и мире. Выбор приоритетных направлений развития искусственного интеллекта в России / Е. И. Аксенова – Москва: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2019 – 38 с.	<i>В открытом доступе</i> https://ethics.cdto.ranepa.ru/
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Саттон Р. С., Барто Э. Дж. С21 Обучение с подкреплением: Введение. 2-е изд. / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 552 с.: ил.	<i>В открытом доступе</i> https://clck.ru/34jjG5
2	Рассел С., Норвиг П. "Искусственный интеллект. Современный подход" (2-е издание) (2006, DjVu)	<i>В открытом доступе</i>
3	Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / электронная книга/пер. с пол./М. : Финансы и статистика, 2004	<i>ЭБ ПНИПУ</i>
4	Компьютер учится и рассуждает (ч. 1) // Компьютер обретает разум = Artificial Intelligence Computer Images / под ред. В. Л. Стефанюка. — Москва: Мир, 1990. — 240 с. — 100 000 экз. — ISBN 5-03-001277-X (рус.); ISBN 0705409155 (англ.).	
5	Киссинджер Г., Шмидт Э., Хоттенлокер Д. Искусственный разум и новая эра человечества = THE AGE OF AI: AND OUR	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	HUMAN FUTURE. — М.: Альпина ПРО, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-907534-65-0.	
6	Корсаков С. Н. Начертание нового способа исследования при помощи машин, сравнивающих идеи / Под ред. А.С. Михайлова. — М.: МИФИ, 2009. — 44 с. — 200 экз. — ISBN 978-5-7262-1108-4.	
	Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. — М.: Мир, 1991. — 568 с. — 20 000 экз. — ISBN 5-03-001408-X.	
	Киссинджер Г., Шмидт Э., Хоттенлокер Д. Искусственный разум и новая эра человечества = THE AGE OF AI: AND OUR	
2.2 Периодические издания		
1	<i>Ндайирагидже, И. Искусственные нейронные сети как инструмент оптимизации производственных процессов в строительстве / И. Ндайирагидже, А. А. Лапидус // Технология и организация строительного производства. — 2018. — № 4. — С. 3-6. — EDN WTKJVK.</i>	e-library
2	<i>Меркушев, К. А. Инновационные возможности применения нейронных сетей при проектировании промышленных зданий на базе Revit и rhinoceros / К. А. Меркушев // Архитектура, градостроительство и дизайн. — 2023. — № 1(35). — С. 28-34. — EDN GYZRRA.</i>	e-library
3	<i>International Journal for Computational Civil and Structural Engineering Publishing House ASV, LTD, Public organization Association of Construction Universities, Begell House Inc.</i>	https://www.elibrary.ru/ title_about.asp?id=252 09
4	<i>Academia. Архитектура и строительство Российская академия архитектуры и строительных наук</i>	http://raasn.ru/public.p hp
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
1	<i>Указ Президента Российской Федерации О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации. Дата обращения: 28 октября 2019. Архивировано 28 октября 2019 года.</i>	КонсультантПлюс
2	<i>КОНЦЕПЦИЯ развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года. УТВЕРЖДЕНА распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2020 г. № 2129-р</i>	Официальный сайт правительства РФ government.ru
3	<i>Федеральный проект «Искусственный интеллект» // Экспертный центр электронного</i>	Президиум правкомиссии по

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	государства. — 2020. — 31 августа. — Дата обращения: 11.05.2021.	цифровому развитию официальный сайт

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. — Пермь, 2016. — Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». — Санкт-Петербург, 2010-2016. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. — Ann Arbor, 2016. — Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. — Москва, 2003-2016. — Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. — Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. — Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. — Загл. с экрана. 11.

6. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. — Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. — Москва, 1992–2016. — Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

7. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. — Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. — Санкт-Петербург, 2009-2013. — Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
	Ноутбуки Samsung NP670Z5E-X01	5	ПР НИУ/оперативное управление	410а

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

- **Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает мониторинг освоения дисциплины и проводится в форме собеседования и защиты выполненного творческого задания.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или с группой аспирантов.

- **Защита результатов творческого задания**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используются творческие задания, позволяющие освоить необходимые инструменты работы с нейронными сетями и искусственным интеллектом.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине, в виде письменной практической работы. Письменная практическая работа представляется в виде реферата, содержащего тему исследования по дисциплине, цели и задачи, выбор и обоснование методов обследования зданий и сооружений, построение необходимых моделей, выполнение необходимой документации по обследованию зданий и сооружений.

Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по системе зачет/незачет. Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
зачет	Аспирант на собеседовании продемонстрировал сформированные и систематические знания в рамках усвоенного учебного материала. Представил полный отчет по

Оценка	Критерии оценивания
	<p>проделанной работе.</p> <p>Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов по темам практических занятий.</p>
<i>незачет</i>	<p>Аспирант продемонстрировал фрагментарные знания. Текущие практические задания полностью или частично не выполнены. Аспирант не смог продемонстрировать применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Не ответил на дополнительные вопросы.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

- уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
- степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию,
- степень сформированности когнитивных умений
- приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень типовых вопросов для сдачи зачета по дисциплине «Нейронные сети и искусственный интеллект»:

1. Что такое искусственный интеллект (ИИ), и каковы его основные области применения?
2. В чем различия между слабым и сильным искусственным интеллектом?
3. Что такое нейронная сеть и каковы ее основные компоненты?
4. Какие типы архитектур нейронных сетей существуют, и чем они отличаются?
5. Что такое процесс обучения нейронных сетей и каковы основные методы обучения?
6. Какие функции активации используются в нейронных сетях, и в чем заключаются их характеристики?
7. Что такое обратное распространение ошибки (backpropagation), и как оно используется при обучении нейронных сетей?
8. Какие существуют способы регуляризации для предотвращения переобучения в нейронных сетях?
9. Каковы основные применения сверточных нейронных сетей (CNN) и рекуррентных нейронных сетей (RNN)?
10. В чем заключается принцип работы алгоритма оптимизации градиентного спуска, и какие его разновидности существуют?

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		