

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Алгоритмы глубокого обучения

Учебный план: 2026-2027 09.03.03 ИИТА ПИИ ОО №1-1-181.plx

Кафедра: **33** Цифровых и аддитивных технологий

Направление подготовки:
(специальность) 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки: Прикладной искусственный интеллект
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	16	32	93,75	2,25	4	Курсовая работа, Зачет
	РПД	16	32	93,75	2,25	4	
Итого	УП	16	32	93,75	2,25	4	
	РПД	16	32	93,75	2,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922

Составитель (и): кандидат технических наук, доцент	_____	Суханов Михаил Борисович
От кафедры составителя: Заведующий кафедрой цифровых и аддитивных технологий	_____	Сошников Антон Владимирович
От выпускающей кафедры: Заведующий кафедрой	_____	Сошников Антон Владимирович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области алгоритмов глубокого обучения, включая понимание принципов работы нейронных сетей, современных архитектур и их практического применения в задачах компьютерного зрения, обработки естественного языка и генеративного моделирования.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучить математические основы глубокого обучения и принципы работы нейронных сетей;

Освоить современные архитектуры глубоких нейронных сетей;

Изучить методы оптимизации и регуляризации в глубоком обучении;

Получить практические навыки работы с фреймворками глубокого обучения;

Освоить специализированные архитектуры для различных типов данных;

Изучить генеративные модели и их применения.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Прикладная статистика

Алгоритмизация и программирование

Машинное обучение

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен проектировать компьютерное программное обеспечение					
Знать: типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, архитектуры, используемые при разработке компьютерного программного обеспечения					
Уметь: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения					
Владеть: навыками оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач					
ПК-4: Способен применять классические алгоритмы машинного обучения					
Знать: устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей					
Уметь: оценивать качество обучения используемых моделей					
Владеть: навыками решения профессиональных задач с использованием методов глубокого обучения					

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основы глубокого обучения	5					Т,Пр
Тема 1. Глубокие нейронные сети. Многослойные персептроны. Функции активации. Практические занятия: Реализация простой нейронной сети с нуля		2	4	12		
Тема 2. Градиентный спуск и обратное распространение ошибки. Практические занятия: Имплементация алгоритма обратного распространения		2	4	12		
Раздел 2. Оптимизация и регуляризация						Т
Тема 3. Методы оптимизации: Adam, Pr RMSprop, momentum. Нормализация батчей. Практические занятия: Сравнение методов оптимизации		2	4	12		
Тема 4. Регуляризация: dropout, L1/L2, ранняя остановка. Практические занятия: Борьба с переобучением		2	4	12		
Раздел 3. Сверточные и рекуррентные нейронные сети и трансформеры						Т

Тема 5. Операция свертки, пулинг, архитектуры CNN. LeNet, AlexNet, VGG, ResNet. Практические занятия: Классификация изображений с помощью CNN		2	4	12		
Тема 6. RNN, LSTM, GRU. Механизм внимания. Архитектура трансформер. Практические занятия: Обработка последовательностей		2	4	12		
Раздел 4. Генеративные модели						Т,Пр
Тема 7. Автокодировщики, VAE, GAN. Пр Практические занятия: Генерация изображений		2	4	12		
Тема 8. Диффузионные модели. Практические занятия: Современные генеративные модели		2	4	9,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	93,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)		2,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		50,25		93,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Продемонстрировать владение основными навыками работы с методами глубокого обучения, включая сверточные, рекуррентные и трансформерные архитектуры, владение основными инструментальными средствами фреймворков глубокого обучения (TensorFlow, PyTorch, Keras), методами и приемами предварительной обработки данных для нейронных сетей, техниками аугментации данных, средствами визуализации архитектур и результатов обучения, умение проектировать, обучать и оптимизировать модели глубокого обучения, делать выводы из проведенного анализа эффективности различных архитектур.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Сравнение архитектур сверточных нейронных сетей для задач компьютерного зрения.

2. Анализ и сравнение рекуррентных архитектур для обработки последовательностей.
3. Исследование трансформерных архитектур в задачах обработки естественного языка.
4. Применение методов transfer learning и fine-tuning для решения специализированных задач.
5. Сравнение методов регуляризации и оптимизации в глубоких нейронных сетях.
6. Анализ эффективности различных функций активации и архитектурных блоков.
7. Исследование методов интерпретируемости и объяснимости моделей глубокого обучения.
8. Применение генеративных моделей (VAE, GAN, диффузионные модели) для создания синтетических данных.
9. Оптимизация архитектур нейронных сетей с использованием методов Neural Architecture Search.
10. Федеративное обучение и распределенные алгоритмы глубокого обучения.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется в рамках представленного технического задания, с использованием современных технологий проектирования и визуализации.

Результаты представляются в виде:

1. Курсовой работы, объемом не менее 20 страниц, содержащей следующие обязательные элементы:

Титульный лист

Задание

Реферат

Содержание

Введение

Основная часть

В данном разделе пояснительной записки должны быть отражены результаты проведенной работы:

1. Выбрать набор данных для анализа в соответствии с выбранной темой курсовой работы. Описать этот набор, решаемую задачу и специфику применения глубокого обучения для данной предметной области.

2. Провести предварительный анализ и подготовку данных для глубокого обучения. Этот этап включает в себя анализ размерности данных, формата входных данных, вывод информации о структуре датасета, проверку качества разметки (для supervised learning), анализ распределения классов, характеристик и семантического содержания каждого типа входных данных.

3. Реализовать специализированную предобработку данных в зависимости от типа решаемой задачи. Этот этап может включать нормализацию изображений, токенизацию и эмбединги для текстовых данных, обработку аудиосигналов, временных рядов, создание пайплайнов загрузки данных с применением аугментации.

4. Провести исследовательский анализ данных с фокусом на специфику глубокого обучения. Проанализировать сложность задачи, потенциальные проблемы (дисбаланс классов, переобучение, вычислительную сложность), визуализировать примеры данных, распределения признаков, корреляции между входными данными и целевыми переменными.

5. Спроектировать базовую архитектуру нейронной сети для решения поставленной задачи. Обосновать выбор типа архитектуры (CNN, RNN, Transformer, комбинированные), количества слоев, функций активации, методов регуляризации.

6. Разделить набор данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Обосновать стратегию разделения с учетом специфики данных и задачи, обеспечить корректность оценки качества модели.

7. Реализовать и обучить несколько различных архитектур для решения выбранной задачи (не менее 5 различных подходов: базовые архитектуры, предобученные модели, собственные модификации). Проанализировать кривые обучения, метрики качества, время обучения.

8. Выбрать наиболее перспективную архитектуру и провести оптимизацию гиперпараметров. Применить систематический подход к поиску оптимальных параметров (Grid Search, Random Search, Bayesian Optimization), оптимизировать learning rate, batch size, архитектурные параметры.

9. Провести улучшение модели с использованием продвинутых техник глубокого обучения. Применить методы регуляризации (Dropout, Batch Normalization, Weight Decay), различные оптимизаторы (Adam, AdamW, SGD с momentum), техники transfer learning, ensemble методы, knowledge distillation.

10. Исследовать влияние различных техник предобработки и аугментации данных на качество модели. Экспериментировать с различными стратегиями аугментации, методами нормализации, техниками работы с несбалансированными данными.

11. Проанализировать интерпретируемость и объяснимость обученных моделей. Применить методы визуализации внутренних представлений, анализа важности признаков, gradient-based методы (Grad-CAM, LIME, SHAP), исследовать поведение модели на edge cases.

12. Представить результаты моделирования в наглядном виде (графики loss/accuracy, confusion matrices, ROC/PR кривые, визуализации архитектур, примеры предсказаний). Сравнить с state-of-the-art решениями, обсудить ограничения и перспективы развития.

Заключение

Список использованной литературы

Приложение

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	Формулирует основные принципы разработки компьютерного программного обеспечения. Проектирует компьютерного программного обеспечения с учетом основных принципов и типовых шаблонов. Демонстрирует результаты проектирования программного обеспечения и определяет сроки реализации проекта.	
ПК-4	Раскрывает основные принципы современных нейронных сетей с возможностью их последующего обучения. Осуществляет выбор оптимальной модели обучения. Демонстрирует результаты решения профессиональных задач с использованием методов глубокого обучения.	

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
3 (удовлетворительно)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Задание выполнено в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
Зачтено	Ответ на теоретический вопрос по материалам лекций полный, с возможными несущественными ошибками. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающийся своевременно выполнил практические задания. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
Не зачтено	Ответ на теоретический вопрос не полный, с существенными ошибками. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Своевременно не выполняет (выполнил частично) практические задания. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	История развития исследований в области искусственного интеллекта.
2	Современные достижения в области искусственного интеллекта.
3	Особенности глубокого обучения
4	Архитектуры глубоких нейронных сетей.
5	Функции активации в глубоких сетях
6	Алгоритм обратного распространения ошибки
7	Градиентный спуск и его модификации
8	Проблемы исчезающего и взрывающегося градиента
9	Методы инициализации весов
10	Нормализация батчей
11	Dropout и другие методы регуляризации
12	Операция свертки в нейронных сетях.
13	Архитектуры сверточных сетей: LeNet, AlexNet, VGG
14	Модель искусственного нейрона.

15	Остаточные связи и архитектура ResNet
16	Рекуррентные нейронные сети
17	LSTM и GRU
18	Механизм внимания
19	Архитектура трансформер
20	Автокодировщики
21	Аугментация данных
22	Вариационные автокодировщики
23	Генеративно-сопоставительные сети
24	Диффузионные модели
25	Нейронные сети: GRU
26	Свёрточные нейронные сети.
27	Нейронные сети: Трансформер
28	Нейронные сети: генеративно-сопоставительные сети.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Защитаются индивидуальные задания, выполненные в течение семестра.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку к устному собеседованию составляет 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Маккинли, Уэс, Слинкина, А.	Python и анализ данных	Саратов: Профобразование	2019	http://www.iprbookshop.ru/88752.html
Сузи, Р. А.	Язык программирования Python	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	http://www.iprbookshop.ru/97589.html
Элбон Крис	Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов: Пер. с англ.	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург	2019	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=366635
Букунов, С. В., Букунова, О. В.	Объектно ориентированное программирование на языке Python	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2020	https://www.iprbookshop.ru/117194.html
Протождьяконов, А. В., Пылов, П. А., Садовников, В. Е.	Алгоритмы Data Science и их практическая реализация на Python	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2022	https://www.iprbookshop.ru/124000.html
Титов, А. Н., Тазиева, Р. Ф.	Python. Обработка данных	Казань: Издательство КНИТУ	2022	https://www.iprbookshop.ru/129220.html

6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Коэльо Луис Педро, Ричарт Вилли	Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / пер. с англ. Слинкин А. А.	Москва: ДМК Пресс	2016	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=364339
Рик, Гаско	Простой Python просто с нуля	Москва: СОЛОН-Пресс	2019	http://www.iprbookshop.ru/94940.html
Маккинли, Уэс, Слинкина, А.	Python и анализ данных	Саратов: Профобразование	2019	https://www.iprbookshop.ru/88752.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система iBooks.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://ibooks.ru/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/>

Платформа для проведения соревнований по Data Science [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Python

Microsoft Visual Studio Code

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду