

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность:

Дата подписания: 20.06.2026 11:44:09

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

**УТВЕРЖДАЮ**

Начальник

учебно-методического управления

Т.К. Платонова

«25» мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Основы нейронных сетей**

Направление подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы магистратуры

01.04.02.04 Искусственный интеллект: математические модели и прикладные решения

Для набора 2026 года

Квалификация  
Магистр

**КАФЕДРА            Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта**

**Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	17 1/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	24	24	24	24
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	171	171	171	171
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	216	216	216	216

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

Программу составил(и): к.ф.-м.н., доцент, Николенко П.В.

Зав. кафедрой: д.э.н., доцент Ю.Г. Чернышева

Методический совет направления: д.э.н., доцент Ю.Г. Чернышева

Директор института магистратуры: д.э.н., профессор Е.А. Иванова

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	сформировать у обучающихся знания, умения и навыки в области теории и практики нейронных сетей, необходимые для разработки, обучения и применения искусственных нейронных сетей в решении прикладных задач
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-5. Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов**

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

основные понятия и термины, базовые концепции нейронных сетей, принципы работы нейронных сетей и их математические модели, архитектуры и методы обучения нейронных сетей (соотнесено с индикатором ПК-5.1)

**Уметь:**

проектировать, обучать и тестировать нейросетевые модели (соотнесено с индикатором ПК-5.2)

**Владеть:**

навыками работы с фреймворками (TensorFlow, PyTorch, Keras) и инструментами для разработки нейросетевых решений (соотнесено с индикатором ПК-5.3)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. Модели нейронов и алгоритмы обучения нейронных сетей

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
1.1	"Введение в искусственные нейронные сети. Модели и свойства искусственных нейронных сетей" Определения: нейронная сеть, свойства систем (нелинейность, адаптивность и др.). Модели нейронов, индуцированное локальное поле, типы функций активации, стохастическая модель нейрона. Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов. Обратная связь. Архитектура сетей: однослойные и многослойные сети прямого распространения, рекуррентные сети. Сокращение количества свободных параметров сети. Инвариантность нейронной сети. Современные библиотеки для работы с основными нейронными сетями Tensorflow, Keras, PyTorch, Scikit-learn. Библиотеки машинного обучения, структуры представления сетей и основные методы работы сетей: обучения и работы обученной сети. Различные классификаторы.	Лекционные занятия	1	2	ПК-5
1.2	"Введение в искусственные нейронные сети. Модели и свойства искусственных нейронных сетей" Определения: нейронная сеть, свойства систем (нелинейность, адаптивность и др.). Модели нейронов, индуцированное локальное поле, типы функций активации, стохастическая модель нейрона. Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов. Обратная связь. Архитектура сетей: однослойные и многослойные сети прямого распространения, рекуррентные сети. Сокращение количества свободных параметров сети. Инвариантность нейронной сети. Современные библиотеки для работы с основными нейронными сетями Tensorflow, Keras, PyTorch, Scikit-learn. Библиотеки машинного обучения, структуры представления сетей и основные методы работы сетей: обучения и работы обученной сети. Различные классификаторы.	Практические занятия	1	2	ПК-5
1.3	"Введение в искусственные нейронные сети. Модели и свойства искусственных нейронных сетей" Определения: нейронная сеть, свойства систем (нелинейность, адаптивность и др.). Модели нейронов, индуцированное локальное поле, типы функций активации, стохастическая модель нейрона. Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов. Обратная связь. Архитектура сетей: однослойные и многослойные сети прямого распространения, рекуррентные сети. Сокращение количества свободных параметров сети. Инвариантность нейронной сети. Современные библиотеки для работы с основными нейронными сетями Tensorflow, Keras, PyTorch, Scikit-learn. Библиотеки машинного обучения, структуры представления сетей и основные методы работы сетей: обучения и работы обученной сети. Различные классификаторы.	Самостоятельная работа	1	34	ПК-5

1.4	<p>"Процессы обучения нейронных сетей. Многослойный персептрон. Представление данных для обучения, их анализ и обработка"</p> <p>Различные процессы обучения: обучение, основанное на коррекции ошибок, обучение на основе памяти, обучение Хебба, конкурентное обучение. Задача присваивания коэффициентов доверия. Парадигмы обучения нейронных сетей: с учителем и без. Задачи обучения: распознавание образов, фильтрация, ассоциативная память, регрессия и др. Представление знаний, правила представления знаний. Анализ, предобработка и постобработка данных. Оценка моделей и выбор оптимальных моделей. Ошибки обучения, типы и интерпретация. Анализ матриц ошибок. Многослойные сети прямого распространения, признаки многослойных персептронов, типы сигналов. Алгоритм обратного распространения ошибки: прямой и обратный проход, вывод формулы коррекции весов для скрытых и выходных нейронов (локального градиента), виды функции активации, скорость обучения. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий остановки алгоритма. Описание алгоритма обратного распространения ошибки.</p> <p>Рекомендации по улучшению работы алгоритма (максимизация информативности, антисимметричность функции активации, выбор целевых значений, нормировка входов, инициализация весов, dropout). Обобщение: переобучение, факторы способности к обобщению. Достаточный объем примеров обучения для корректного обобщения. Теорема об универсальной аппроксимации. Перекрестная проверка: выбор модели, метод обучения с ранним остановом. Методы упрощения структуры сети: снижение весов, исключение весов, сглаживание. Преимущества и ограничения обучения методом обратного распространения. Ускорение сходимости данного метода. Метод сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы.</p>	Лекционные занятия	1	4	ПК-5
1.5	<p>"Процессы обучения нейронных сетей. Многослойный персептрон. Представление данных для обучения, их анализ и обработка"</p> <p>Различные процессы обучения: обучение, основанное на коррекции ошибок, обучение на основе памяти, обучение Хебба, конкурентное обучение. Задача присваивания коэффициентов доверия. Парадигмы обучения нейронных сетей: с учителем и без. Задачи обучения: распознавание образов, фильтрация, ассоциативная память, регрессия и др. Представление знаний, правила представления знаний. Анализ, предобработка и постобработка данных. Оценка моделей и выбор оптимальных моделей. Ошибки обучения, типы и интерпретация. Анализ матриц ошибок. Многослойные сети прямого распространения, признаки многослойных персептронов, типы сигналов. Алгоритм обратного распространения ошибки: прямой и обратный проход, вывод формулы коррекции весов для скрытых и выходных нейронов (локального градиента), виды функции активации, скорость обучения. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий остановки алгоритма. Описание алгоритма обратного распространения ошибки.</p> <p>Рекомендации по улучшению работы алгоритма (максимизация информативности, антисимметричность функции активации, выбор целевых значений, нормировка входов, инициализация весов, dropout). Обобщение: переобучение, факторы способности к обобщению. Достаточный объем примеров обучения для корректного обобщения. Теорема об универсальной аппроксимации. Перекрестная проверка: выбор модели, метод обучения с ранним остановом. Методы упрощения структуры сети: снижение весов, исключение весов, сглаживание. Преимущества и ограничения обучения методом обратного распространения. Ускорение сходимости данного метода. Метод сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы.</p>	Практические занятия	1	8	ПК-5
1.6	<p>"Процессы обучения нейронных сетей. Многослойный персептрон. Представление данных для обучения, их анализ и обработка"</p> <p>Различные процессы обучения: обучение, основанное на коррекции ошибок, обучение на основе памяти, обучение Хебба, конкурентное обучение. Задача присваивания коэффициентов доверия. Парадигмы обучения нейронных сетей: с учителем и без. Задачи обучения: распознавание образов, фильтрация, ассоциативная память, регрессия и др. Представление знаний, правила представления знаний. Анализ, предобработка и постобработка данных. Оценка моделей и выбор оптимальных моделей. Ошибки обучения, типы и интерпретация. Анализ матриц ошибок. Многослойные сети прямого распространения, признаки многослойных персептронов, типы сигналов. Алгоритм обратного распространения ошибки: прямой и обратный проход, вывод формулы коррекции весов для скрытых и выходных нейронов (локального градиента), виды функции активации, скорость обучения. Последовательный и пакетный режимы обучения. Критерий остановки алгоритма. Описание алгоритма обратного</p>	Самостоятельная работа	1	34	ПК-5

	распространения ошибки. Рекомендации по улучшению работы алгоритма (максимизация информативности, антисимметричность функции активации, выбор целевых значений, нормировка входов, инициализация весов, dropout). Обобщение: переобучение, факторы способности к обобщению. Достаточный объем примеров обучения для корректного обобщения. Теорема об универсальной аппроксимации. Перекрестная проверка: выбор модели, метод обучения с ранним остановом. Методы упрощения структуры сети: снижение весов, исключение весов, сглаживание. Преимущества и ограничения обучения методом обратного распространения. Ускорение сходимости данного метода. Метод сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы.				
<b>Раздел 2. Отдельные нейронные сети</b>					
№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
2.1	"Рекуррентные нейронные сети" Рекуррентные сети и нейродинамическое программирование. Сеть Хопфильда в задаче ассоциативной памяти. Ограничение использования данных сетей. Сеть Хэмминга. Двухнаправленная автоассоциативная сеть, сети Элмана, Джордана. Сеть с долговременной и кратковременной памятью LSTM	Лекционные занятия	1	2	ПК-5
2.2	"Рекуррентные нейронные сети" Рекуррентные сети и нейродинамическое программирование. Сеть Хопфильда в задаче ассоциативной памяти. Ограничение использования данных сетей. Сеть Хэмминга. Двухнаправленная автоассоциативная сеть, сети Элмана, Джордана. Сеть с долговременной и кратковременной памятью LSTM	Практические занятия	1	4	ПК-5
2.3	"Рекуррентные нейронные сети" Рекуррентные сети и нейродинамическое программирование. Сеть Хопфильда в задаче ассоциативной памяти. Ограничение использования данных сетей. Сеть Хэмминга. Двухнаправленная автоассоциативная сеть, сети Элмана, Джордана. Сеть с долговременной и кратковременной памятью LSTM	Самостоятельная работа	1	34	ПК-5
2.4	"Сверточные нейронные сети" Архитектура и принцип работы. Понятие свёртки, субдискретизации, обратной свёртки. Слои свёртки, подвыборки, полносвязной сети. Обучение и регуляризация. Глубокие сети. Неполное обучение. Различные виды свёрточных сетей: LeNet, AlexNet, Resnet, VGG, др.	Лекционные занятия	1	2	ПК-5
2.5	"Сверточные нейронные сети" Архитектура и принцип работы. Понятие свёртки, субдискретизации, обратной свёртки. Слои свёртки, подвыборки, полносвязной сети. Обучение и регуляризация. Глубокие сети. Неполное обучение. Различные виды свёрточных сетей: LeNet, AlexNet, Resnet, VGG, др.	Практические занятия	1	6	ПК-5
2.6	"Сверточные нейронные сети" Архитектура и принцип работы. Понятие свёртки, субдискретизации, обратной свёртки. Слои свёртки, подвыборки, полносвязной сети. Обучение и регуляризация. Глубокие сети. Неполное обучение. Различные виды свёрточных сетей: LeNet, AlexNet, Resnet, VGG, др.	Самостоятельная работа	1	34	ПК-5
2.7	"Различные нейронные сети для решения прикладных задач" Ассоциативные машины. Усреднение по ансамблю. Усиление: сильная и слабая модели обучения, усиление за счет фильтрации (3 эксперта), алгоритм адаптивного усиления (за счет подвыборки). Автоэнкодеры. Генеративно-состязательные сети. Обучение без учителя – самоорганизующиеся сети (SOM). Четыре принципа самоорганизации. Карты самоорганизации (на основе конкурентного обучения). Две основные модели отображения признаков. Основные процессы карт самоорганизации: конкуренция, кооперация, адаптация. Нечеткие и гибридные нейронные сети. Нечеткие множества, лингвистические переменные, нечеткие правила вывода. Система вывода Мамдани-Заде. Фазификатор. Дефазификатор. Нечеткие нейронные сети Такаги-Сугено-Канга. Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей. Мягкие вычисления. Мягкая экспертная система. Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Теорема Ковера о разделимости множеств. Сети регуляризации. Обобщенные сети на основе радиальных базисных векторов. Машины опорных векторов для задач линейной и нелинейной регрессии. Адаптивная резонансная теория. Слои сравнения и распознавания.	Лекционные занятия	1	2	ПК-5
2.8	"Различные нейронные сети для решения прикладных задач" Ассоциативные машины. Усреднение по ансамблю. Усиление: сильная и слабая модели обучения, усиление за счет фильтрации (3 эксперта), алгоритм адаптивного усиления (за счет подвыборки). Автоэнкодеры. Генеративно-состязательные сети.	Практические занятия	1	4	ПК-5

	Обучение без учителя – самоорганизующиеся сети (SOM). Четыре принципа самоорганизации. Карты самоорганизации (на основе конкурентного обучения). Две основные модели отображения признаков. Основные процессы карт самоорганизации: конкуренция, кооперация, адаптация. Нечеткие и гибридные нейронные сети. Нечеткие множества, лингвистические переменные, нечеткие правила вывода. Система вывода Мамдани-Заде. Фазификатор. Дефазификатор. Нечеткие нейронные сети Такаги-Сугено-Канга. Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей. Мягкие вычисления. Мягкая экспертная система. Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Теорема Ковера о разделимости множеств. Сети регуляризации. Обобщенные сети на основе радиальных базисных векторов. Машины опорных векторов для задач линейной и нелинейной регрессии. Адаптивная резонансная теория. Слои сравнения и распознавания.				
2.9	"Различные нейронные сети для решения прикладных задач" Ассоциативные машины. Усреднение по ансамблю. Усиление: сильная и слабая модели обучения, усиление за счет фильтрации (3 эксперта), алгоритм адаптивного усиления (за счет подвыборки). Автоэнкодеры. Генеративно-состязательные сети. Обучение без учителя – самоорганизующиеся сети (SOM). Четыре принципа самоорганизации. Карты самоорганизации (на основе конкурентного обучения). Две основные модели отображения признаков. Основные процессы карт самоорганизации: конкуренция, кооперация, адаптация. Нечеткие и гибридные нейронные сети. Нечеткие множества, лингвистические переменные, нечеткие правила вывода. Система вывода Мамдани-Заде. Фазификатор. Дефазификатор. Нечеткие нейронные сети Такаги-Сугено-Канга. Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей. Мягкие вычисления. Мягкая экспертная система. Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Теорема Ковера о разделимости множеств. Сети регуляризации. Обобщенные сети на основе радиальных базисных векторов. Машины опорных векторов для задач линейной и нелинейной регрессии. Адаптивная резонансная теория. Слои сравнения и распознавания.	Самостоятельная работа	1	35	ПК-5
2.10	Подготовка к промежуточной аттестации	Экзамен	1	9	ПК-5

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Седов, В. А., Седова, Н. А.	Введение в нейронные сети: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «нейроинформатика» для студентов специальности 09.03.02 «информационные системы и технологии»	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018	ЭБС «IPR SMART»
2	Балджи А. С., Хрипунова М. Б., Александрова И. А.	Математика на Python: учебно-методическое пособие	Москва: Прометей, 2018	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3		Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал	Владивосток: Эксперт-Наука, 2021	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Лужков, А. А., Тюканов, А. С.	Основы работы в Python: учебно-методическое пособие	Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022	ЭБС «IPR SMART»
5	Барский, А. Б.	Введение в нейронные сети: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024	ЭБС «IPR SMART»

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
6	Лысаков, К. Ф.	Практическое программирование на Python: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023	ЭБС «IPR SMART»
7	Титов, А. Н., Тагиева, Р. Ф.	Визуализация данных в Python. Работа с библиотекой Seaborn: учебно-методическое пособие	Казань: Издательство КНИТУ, 2023	ЭБС «IPR SMART»

### 5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "Гарант" <https://internet.garant.ru>  
 Федеральная государственная служба статистики <https://rosstat.gov.ru> (свободный доступ)  
 База данных Центрального банка РФ [http://cbr.ru/hd\\_base](http://cbr.ru/hd_base) (свободный доступ)

### 5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС  
 Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice  
 IDLE (Python) (свободная лицензия)  
 Python (свободная лицензия)

### 5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 1.1. Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ПК-5: Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов			
Знать основные понятия и термины, базовые концепции нейронных сетей, принципы работы нейронных сетей и их математические модели, архитектуры и методы обучения нейронных сетей	формулирует и знает основные понятия в области технологий искусственного интеллекта	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры	Вопросы к экзамену (1-24), задания (1-9), творческое задание
Уметь проектировать, обучать и тестировать нейросетевые модели	отвечает на вопросы, применяет методы и знания в области технологий искусственного интеллекта для выполнения заданий	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры умение самостоятельно находить решение поставленных задач	Вопросы к экзамену (1-24), задания (1-9), творческое задание
Владеть навыками работы с фреймворками (TensorFlow, PyTorch, Keras) и инструментами для разработки нейросетевых решений	выполняет задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием методов и технологий искусственного интеллекта	полнота и содержательность ответа умение приводить примеры умение самостоятельно находить решение поставленных задач	Вопросы к экзамену (1-24), задания (1-9), творческое задание

#### 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

- 84-100 баллов (оценка «отлично»);
- 67-83 баллов (оценка «хорошо»);
- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»);
- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

### 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Вопросы к экзамену

1. Искусственный нейрон: структура и математическая модель. Основные функции активации. Слои нейронной сети.
2. Базовые архитектуры нейронных сетей: однослойные, многослойные; полносвязные, сверточные, рекуррентные, автокодировщики, трансформеры
3. Основные понятия обучения: обучение с учителем, без учителя, с подкреплением; функция потерь, метрики качества
4. Градиентный спуск и его вариации. Методы адаптивной оптимизации. Затухающие и взрывающиеся градиенты
5. Алгоритм обратного распространения ошибки (Backpropagation), его математическая основа, вычисление градиентов в скрытых слоях
6. Многослойный персептрон и его обучение: полносвязные слои, выбор количества слоев и нейронов, функции активации в скрытых и выходном слоях. Применение многослойных нейронных сетей
7. Представление данных для обучения: предобработка. Нормализация и стандартизация, кодирование категориальных переменных, работа с пропусками и выбросами. Разделение выборки на тренировочную, валидационную и тестовую. Кросс-валидация.
8. Представление данных для обучения: анализ. Особенности обработки разных типов данных. Визуализация данных. Понижение размерности признакового пространства.
9. Рекуррентные нейронные сети. Основные характеристики, архитектура, применение
10. Виды рекуррентных нейронных сетей

11. Нейронные сети-трансформеры. Механизм внимания
12. Генеративные модели и их применение
13. Сверточные нейронные сети. Основные характеристики, архитектура, применение.
14. Обучение сверточных нейронных сетей
15. Современные архитектуры сверточных нейронных сетей
16. Нейронные сети для прикладных задач: обработка изображений и видео
17. Нейронные сети для прикладных задач: анализ временных рядов
18. Нейронные сети для прикладных задач: обработка текста
19. Нейронные сети для прикладных задач: обработка табличных данных
20. Нейронные сети для прикладных задач в образовании
21. Нейронные сети для прикладных задач в медицине
22. Нейронные сети для прикладных задач в экономической деятельности и сфере финансов
23. Инструменты и фреймворки для работы с нейросетями
24. Этические проблемы ИИ: предвзятость и конфиденциальность

**Экзаменационное задание включает три вопроса – два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание из числа приведенных ниже заданий.**

*Критерии оценивания:*

- 84-100 баллов (оценка «отлично») – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

- 67-83 баллов (оценка «хорошо») – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;

- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно») – наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;

- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно») – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## **Задания**

### **Задание 1.** Создание многослойной сети

1. Реализовать создание сети со значениями по умолчанию: сеть с одним скрытым слоем, в нем количество нейронов совпадает с количеством нейронов на входном слое с использованием слоев Dense любой библиотеки. Проверить работу сети на нескольких учебных датасетах (используйте Keras).

2. Реализовать создание сети с выбором основных параметров: число скрытых слоев, количество нейронов на каждом слое. Добавить слой Dropout, оценить их влияние на результат

3. Составьте отчет о проделанной работе

### **Задание 2.** Изучение возможностей библиотек при работе с нейронными сетями (многослойный персептрон)

1. Загрузите файл с данными и файл примера работы с МПН. Создайте проект, подключите готовый файл кода, подключите библиотеку (см. ниже 3) и запустите проект (при этом обучение может занять некоторое время, поэтому можете уменьшить количество данных в 4 раза).

2. Измените параметры - количество скрытых слоев, метод обучения, оптимизатор и т.п. Сравните результаты классификации.

3. Создать модель нейронной сети для задачи аппроксимации функции на ваш выбор (т.е. входной сигнал - это  $x$  в интервале от -1 до 1, а выход - значение функции в этой точке):

а)  $f(x)=x^2$

б)  $f(x)=\sin(x)+\cos(x)$  или любую другую на ваш выбор

4. Составьте отчет о проделанной работе

### **Задание 3.** Создание классификатора на основе МП

1. Создайте обучающую выборку попадания точки  $(x, y)$  в область  $A$  (2 класса). Создайте МПН и обучите классификации. Коэффициенты параболы можете указать свои.

2. Создайте обучающую выборку попадания точки  $(x, y)$  в разные области. Создайте МПН и обучите классификации. Параметры кривых (радиус для окружности, величину сдвига для прямой и т.д.) укажите самостоятельно.

3. Исследовать сеть на своих примерах
4. Составьте отчет о проделанной работе

#### **Задание 4.** Подготовка обучающей выборки

1. Выбрать предметную область, подготовить обучающую выборку:

- а) изображения букв русского алфавита (использовать разные начертания для обучения)
- б) изображения букв латинского алфавита (использовать разные начертания для обучения)
- в) изображения букв алфавита с иероглифами (использовать разные начертания для обучения)
- г) изображение номеров домов
- д) изображения животных
- е) сведения о погоде, можно ограничиться отдельными параметрами
- ж) финансовые данные - значения курса валют или акций какой-либо компании

2. Создать приложение (на любом языке программирования), в котором организовать:

- выбор файла-изображения для работы в сети;

- получение сигнала на основе изображения с разным "масштабированием":

а) бинаризацией цвета с возможностью выбора цвета фона - сигнал из 0 и 1;

б) биполяризацией цвета с возможностью выбора цвета фона - сигнал из 1 и -1;

в) масштабирование в указываемый интервал - вывод изображения - масштабирование файла с произвольными значениями.

3. Составьте отчет о проделанной работе

#### **Задание 5.** Реализация сети на основе МП

1. Создать приложение с возможностью работы в трех режимах: создание сети, обучение сети и работа с обученной сетью. При реализации можно создать в приложении разные вкладки или несколько окон.

2. Реализовать обучение, основанное на коррекции ошибок

а) Организовать выбор основных параметров: инициализация синоптических весов, функции активации, скорости обучения.

б) Организовать выбор обучающего множества (это определит размерности входного и выходного слоя) и его предварительную обработку

в) реализовать обучение алгоритмом обратного распространения ошибки

г) реализовать механизм остановки обучения одним из рассмотренных способом

3. Определить оптимальную архитектуру для решения выбранной задачи

4. Проверить сеть на инвариантность (основные трансформации - сдвиг, поворот, и т.д).

5. Сравнить результаты работы с библиотечным аналогом. Проанализировать матрицы ковариации (ошибок).

6. Составьте отчет о проделанной работе

#### **Задание 6.** Процессы обучения: сеть Хемминга

Реализовать сеть Хемминга для задачи ассоциативной памяти. Данную задачу можно решать следующими этапами:

1. Приготовить в отдельных файлах образцы (или преобразовать из картинок), данные должны находиться в отдельной папке

2. Приготовить в отдельных файлах искаженные изображения для проверки работы.

3. Организовать (в виде подпрограммы) заполнение матрицы  $X$ , чтобы данные-образцы из файлов заполняли строки или столбцы и содержать только 1 и 0.

4. Организовать обучение.

5. Организовать итерационный цикл работы сети согласно лекциям.

6. Исследовать возможности сети.

а) проверить работу на образцах, оценить емкость сети

б) проверить на зашумленных изображениях

в) исследовать влияние степени шума на восстановление - сохранить информацию в файл

г) изменить параметры (обнулить порог, изменить матрицу второго слоя, функцию активации и др.)

7. Составьте отчет о проделанной работе

#### **Задание 7.** Процессы обучения: сеть LSTM для анализа текстов

1. Загрузить датасет с отзывами о фильмах (из Keras).
2. Создать модель с использованием LSTM, Dense. Проанализируйте важность каждого типа слоев.
3. Исследуйте модель (количество нейронов, слоев, функции активации, оптимизатор).
4. Создайте модель для своих данных
5. Составьте отчет о проделанной работе

**Задание 8.** Процессы обучения: сеть для классификации изображений

1. Загрузить датасет с изображениями цифр MNIST (из Keras) или любой другой.
2. Создать неглубокую модель свёрточной сети.
3. Исследуйте результаты работы сети, добавляя слои, меняя порядок соединения слоев свёртки и пулинга.
4. Создайте модель типа AlexNet для выбранного датасета (список представлен ниже). Оптимизируйте модель.
5. Сравните разные модели. Проанализируйте результаты
6. Составьте отчет о проделанной работе

**Задание 9.** Создание классификаторов на основе других сетей, реализованных в библиотеках

1. Реализовать приложение, демонстрирующее работу любых классификаторов VotingClassifier из библиотеки машинного обучения scikit-learn. В качестве предметной области можете использовать те же данные, что и в предыдущих заданиях.
2. Задачу регрессии (на примере стоимости жилья) сведите к задаче классификатора и найдите оптимальное решение.
3. Составьте отчет о проделанной работе

**Критерии оценивания:**

Всего за подготовку заданий обучающийся может получить **90 баллов**. Каждое задание оценивается максимум в **10 баллов**

<b>9-10 баллов</b>	Обучающийся выполнил задание в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко
<b>7-8 баллов</b>	Обучающийся выполнил задание в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко; но при этом допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, уверенно исправленные обучающимся после дополнительных вопросов
<b>5-6 баллов</b>	Обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных результатов; допускаются отдельные логические и стилистические погрешности; обучающийся может испытывать некоторые затруднения в формулировке суждений
<b>0-4 баллов</b>	Задание не выполнено или выполнено не в полном объеме, чрезмерно фрагментарно; обучающийся практически не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы.

**Творческое задание**

Реализация и исследование изученных сетей

1. Ассоциативные машины – создание ансамбля моделей (любой алгоритм обучения экспертов). Интересно сравнить результаты для уже реализованных алгоритмов обучения.
2. SOM - карта самоорганизации Кохонена. Можно проверить на классическом варианте: Дана таблица характеристик некоторых животных <https://books.google.ru/books?id=LPMr0iA0muwC&pg=PA612&lpg=PA612> Разбить их на классы.
3. Реализовать подбор оптимальной топологии сети (любым способом) для задачи в выбранной предметной области.
4. Реализовать GAN для задачи рукописных цифр.
5. Реализовать несколько модификаций алгоритма обучения многослойного персептрона (backpropagation). Оценить влияние выбранного алгоритма для разных задач.
6. Создайте одинаковые модели сетей (полносвязной, свёрточной, рекуррентной) с помощью разных

библиотек. Сравните результаты работы с одинаковыми гипер-параметрами для любых задач.

**Критерии оценивания:**

За выполнение творческого задания обучающийся может получить максимум **10 баллов**

<b>9-10 баллов</b>	Обучающийся выполнил задание в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко
<b>7-8 баллов</b>	Обучающийся выполнил задание в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко; но при этом допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, уверенно исправленные обучающимся после дополнительных вопросов
<b>5-6 баллов</b>	Обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных результатов; допускаются отдельные логические и стилистические погрешности; обучающийся может испытывать некоторые затруднения в формулировке суждений
<b>0-4 баллов</b>	Задание не выполнено или выполнено не в полном объеме, чрезмерно фрагментарно; обучающийся практически не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы.

**3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в экзаменационном задании – 3 (два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание). Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные теоретические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки практической работы.

При подготовке к лабораторным занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом опроса и выполнения заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников, выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Студент должен готовиться к предстоящему практическому занятию по всем обозначенным в рабочей программе дисциплины вопросам.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.