ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**
**«Deep Learning (Глубокое обучение)»**

**Направление подготовки:** *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

**Направленность (профиль) подготовки:** *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

**Квалификация (степень) выпускника:** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Срок освоения программы:** *4 года*

**Год набора:** *2024*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

**Москва**
**2024**

**Содержание**

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** ..... 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** ..... 5
3. **Тематический план** ..... 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** ..... 7
5. **Учебно-методическое обеспечение** ..... 9
6. **Материально-техническое обеспечение** ..... 9
7. **Методические и оценочные материалы** ..... 11

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Deep Learning (Глубокое обучение)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Deep Learning (Глубокое обучение)» позволяет студентам освоить современные методы обработки и анализа больших данных, что является ключевым навыком в условиях стремительного развития технологий. Кроме того, знание глубокого обучения открывает возможности для участия в инновационных проектах и исследованиях в таких областях, как hазработка, компьютерное зрение и обработка естественного языка.

**Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) является выборной и изучается на 2 и 3 курсе в 4 и 6 семестре на выбор, доступна для изучения после успешного освоения дисциплины (модуля) «Машинное обучение».

**Цель изучения дисциплины (модуля):** заключается в формировании у студентов навыков разработки и применения алгоритмов глубокого обучения для решения сложных задач в области искусственного интеллекта и анализа данных.

**Задачи изучения дисциплины (модуля):**

— освоение знаний об основах глубокого обучения;

— развитие понимания концепции нейронных сетей и их архитектуры, различных типов нейронных сетей, методов регуляризации и оптимизации моделей, принципов кросс-валидации и её применения;

— формирование и развитие способностей подбирать и настраивать гиперпараметры моделей, интерпретировать выводы модели и визуализировать результаты;

— приобретение опыта работы с большими объемами данных и их хранения, работы с фреймворками глубокого обучения (обучение, валидация и тестирование моделей).

**В результате освоения дисциплины (модуля), обучающийся должен:**

***знать:***

— концепции нейронных сетей и их архитектуры;

— основные алгоритмы обучения (градиентный спуск, обратное распространение ошибки);

— различные типы нейронных сетей (полносвязные, свёрточные, рекуррентные, и т.д.);

— различные фреймворки и библиотеки для глубокого обучения (TensorFlow, PyTorch, Keras и др.);

— методов регуляризации и оптимизации моделей (dropout, batch normalization и др.);

— области применения глубокого обучения (обработка изображений, естественный язык, рекомендации и др.);

— современные подходы и тренды в исследованиях глубокого обучения;

— метрики для оценки качества моделей (accuracy, precision, recall, F1-score и др.);

— принципы кросс-валидации и её применения;

***уметь:***

— разрабатывать архитектуры нейронных сетей для решения конкретных задач;

— подбирать и настраивать гиперпараметры моделей;

— подготавливать и обрабатывать данные для обучения моделей (предобработка, аугментация и др.);

— работать с большими объемами данных и их хранения;

— проводить эксперименты и сравнивать результаты различных подходов;

— интерпретировать выводы модели и визуализировать результаты;

***владеть:***

— навыком программирования на Python и использование библиотек для глубокого обучения;

— опытом работы с фреймворками глубокого обучения (обучение, валидация и тестирование моделей);

— навыком самообразования (следить за новыми исследованиями и тенденциями в области deep learning).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

| Компетенция | Содержание компетенции | Индикатор компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| УК-1. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. | Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности. |
| | | УК-1.2. | Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем |
| | | УК-1.3. | Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации |
| УК-2. | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. | Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач |
| | | УК-2.2. | Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения |
| | | УК-2.3. | Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями |
| ОПК-1. | Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики | ОПК-1.1. | Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ОПК-1.2. | Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме |
| | | ОПК-1.3. | Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи |
| ПК-1. | Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук | ПК-1.1. | Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов. |
| | | ПК-1.2. | Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты. |
| | | ПК-1.3. | Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач |
| ПК-2. | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной безопасности | ПК-2.1. | Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности |
| | | ПК-2.2. | Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования информационной безопасности |
| | | ПК-2.3. | Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности |

## 3. Тематический план

| №п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Трудоемкость, академические часы | | | | ТКУ (текущий контроль успеваемости) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Очная форма* | | | | |
| | | Аудиторная работа | | Контроль | Самостоятельная работа | |
| | | Лекции | Семинары | | | |
| 1 | Теоретические основы глубокого обучения и инструменты разработки | 4 | 4 | | 16 | Домашнее задание, Тест |
| 2 | Архитектуры глубокого обучения для анализа изображений | 6 | 6 | | 24 | Домашнее задание, Тест |
| 3 | Нейронные модели обработки естественного языка | 6 | 6 | | 24 | Домашнее задание, Творческое задание |
| 4 | Рекомендательные системы | 2 | 2 | | 10 | Домашнее задание, Тест |
| 5 | Обработка звука | 2 | 2 | | 10 | Домашнее задание, Тест |
| 6 | Генеративные модели и графовые нейронные сети | 4 | 4 | | 16 | Домашнее задание, Творческое задание |
| 7 | Мультимодальные и прикладные модели глубокого обучения | 6 | 6 | | 24 | Домашнее задание, Тест |
| | ***Экзамен*** | | | 6 | | |
| | ***Итого:*** | ***30*** | ***30*** | ***6*** | ***124*** | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)*** | | ***190*** | | | | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)*** | | ***5*** | | | | |

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

| №п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание дисциплины (модуля) по темам |
|---|---|---|
| 1 | Теоретические основы глубокого обучения и инструменты разработки | Введение в глубокое обучение: архитектуры нейронных сетей, регуляризация, методы оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки. Операция свёртки и практические основы разработки нейросетевых моделей в PyTorch |
| 2 | Архитектуры глубокого обучения для анализа изображений | Сверточные нейронные сети для компьютерного зрения. Методы сегментации изображений, дистилляция моделей и практическая работа с задачами компьютерного зрения. Методы детекции объектов |
| 3 | Нейронные модели обработки естественного языка | Векторные представления слов, Word2vec и рекуррентные нейронные сети<br>Токенизация текста и архитектура Transformer: BERT, GPT, Mixture-of-Experts и параметрически эффективная адаптация моделей. Дообучение и применение больших языковых моделей: Hugging Face и методы LoRA |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Рекомендательные системы | Введение в рекомендательные системы |
| 5 | Обработка звука | Нейросетевые модели обработки звука и речи |
| 6 | Генеративные модели и графовые нейронные сети | Vision Transformer, состязательные генеративные сети и вариационные автоэнкодеры; генеративное моделирование. Графовые нейронные сети, PyTorch Geometric |
| 7 | Мультимодальные и прикладные модели глубокого обучения | Мультимодальные модели: CLIP и современные подходы к анализу визуальных данных. Диффузионные модели и прикладные сценарии глубокого обучения; практикум по диффузионному моделированию. Интеграция прикладных моделей глубокого обучения |

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

***Основная литература:***

1. Николенко, С. И. Глубокое обучение : практическое руководство / С. И. Николенко, А. Кадурин, Е. Архангельская. - Санкт-Петербург : Питер, 2019. - 480 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-496-02536-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1760785.

2. Малов, Д. А. Глубокое обучение и анализ данных. Практическое руководство : практическое руководство / Д. А. Малов. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 272 с. - ISBN 978-5-9775-1172-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2123365.

3. Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python : практическое руководство / Ф. Шолле. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 576 с. - (Библиотека программиста). - ISBN 978-5-4461-1909-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2123389.

4. Шолле, Ф. Глубокое обучение с R и Keras : практическое руководство / Ф. Шолле ; пер. с англ. В.С. Яценкова. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 648 с. - ISBN 978-5-93700-189-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2109573.

***Дополнительная литература:***

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Г93 Глубокое обучение / пер. с анг. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.: цв. ил. – ISBN 978-5-97060-618-6.

2. Траск Э. Грокаем глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2019. — 352 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). — ISBN 978-5-4461-1334-7.

3. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение : практическое руководство / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; пер. с анг. А. А. Слинкина. - 2-е изд., испр. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 654 с. - ISBN 978-5-97060-618-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2155889.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

| № | Наименование портала (издания, курса, документа) | Ссылка |
|---|---|---|
| 1. | Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека | https://elibrary.ru/defaultx.asp |
| 2. | База данных для IT-специалистов | https://habr.com |
| 3. | База данных ScienceDirect | https://www.sciencedirect.com |
| 4. | Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации | https://minobrnauki.gov.ru/ |
| 5. | Федеральный портал «Российское образование" | https://www.edu.ru/ |
| 6. | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| 7. | Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов | http://school-collection.edu.ru/ |
| 8. | Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов | http://fcior.edu.ru/ |

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

| Наименование ПО | Производство | Лицензионное / свободно распространяемое |
|---|---|---|
| **Операционные системы:** | | |
| Microsoft Imagine (Windows Client, Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Браузеры:** | | |
| Яндекс.Браузер | отечественное | свободно распространяемое |
| Google Chrome | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Офисные приложения:** | | |
| Microsoft Imagine (Visio, OneNote) | зарубежное | лицензионное |
| TeXstudio | зарубежное | свободно распространяемое |
| Adobe Acrobat Reader | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Программное обеспечение для планирования и учета времени:** | | |
| Toggle app | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления проектами:** | | |
| Microsoft Imagine (Project) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы управления базами данных:** | | |
| Microsoft Imagine (SQL Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы резервного копирования (backup):** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Acronis Backup Advanced for HyperV | зарубежное | лицензионное |
| **Справочно-правовые системы:** | | |
| КонсультантПлюс: справочно-правовая система | отечественное | лицензионное |
| **Средства антивирусной защиты:** | | |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition | отечественное | лицензионное |
| **Среды разработки:** | | |
| Visual Studio Code | зарубежное | свободно распространяемое |
| Bash (Unix shell) | зарубежное | свободно распространяемое |
| Anaconda | зарубежное | свободно распространяемое |
| Robotic Operating System | зарубежное | свободно распространяемое |
| CopelliaSim | зарубежное | свободно распространяемое |
| Google Colaboratory | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Пакеты программных средств и библиотек:** | | |
| AutoPsy | зарубежное | свободно распространяемое |
| Interactive Disassembler (IDA) | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления библиографической информацией:** | | |
| Zotero | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Сервисы и службы:** | | |
| Bind | зарубежное | свободно распространяемое |
| Docker | зарубежное | свободно распространяемое |

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Deep Learning (Глубокое обучение)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, творческие задания и тесты, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив. Кроме того, студентам предоставляется возможность получения бонусных баллов за высокий уровень выполнения домашних заданий, превышающий стандартные требования, проявление инициативы и креативности.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удается, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Семинар* – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Тест* – особая форма проверки знаний. Проводится после освоения одной или нескольких тем и свидетельствует о качестве понимания основных понятий изучаемого материала. Тестовые задания составлены к ключевым понятиям, основным разделам, важным терминологическим категориям изучаемой дисциплины (модуля).

Для подготовки к тесту необходимо знать терминологический аппарат дисциплины (модуля), понимать смысл научных категорий и уметь их использовать в профессиональной лексике. Владение понятийным аппаратом, включённым в тестовые задания, позволяет преподавателю быстро проверить уровень понимания студентами важных методологических категорий.

*Творческое задание* — это форма учебной деятельности, где студенты самостоятельно разрабатывают оригинальные проекты, интегрируя математические методы и компьютерные технологии для решения нестандартных задач и демонстрации инновационного мышления.

Для успешного выполнения творческого задания рекомендуется глубоко исследовать тему, экспериментировать с различными подходами и документировать процесс, чтобы не только решить задачу, но и представить результаты в виде отчета или презентации, подчеркивающей креативность и практическую применимость.

*Бонусные баллы* — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по курсу и стимулирует углубленное изучение материала.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

## Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Deep Learning (Глубокое обучение)»**

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***экзамена***, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Оценка за зачет | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| 10 | Отлично | Зачтено | Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами. |
| 9 | Отлично | Зачтено | |
| 8 | Отлично | Зачтено | |
| 7 | Хорошо | Зачтено | Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с |
| 6 | Хорошо | Зачтено | |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Оценка за зачет | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| | | | методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами. |
| 5 | Удовлетворительно | Зачтено | Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования. |
| 4 | Удовлетворительно | Зачтено | |
| 3 | Не сдан | Не зачтено | Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы. |
| 2 | Не сдан | Не зачтено | |
| 1 | Не сдан | Не зачтено | |

Дисциплина (модуль) «Deep Learning (Глубокое обучение)» оценивается следующим образом:

| Активность | Вес | Количество | Описание |
|---|---|---|---|
| Домашнее задание | 40% | 10 | Набор задач по темам недели |
| Тест | 10% | 5 | Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время |
| Творческое задание | 30% | 2 | Форма учебной деятельности, где студентам предлагается разработать оригинальный проект или решить нестандартную задачу |
| Экзамен | 20% | 1 | Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю) |

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Deep Learning (Глубокое обучение)»:** «0,5 × среднее за домашние задания + 0,3 × среднее за тесты + 0,2 × экзамен».

Также на курсе возможно получение «Бонусных баллов» (баллы за выполнение дополнительных заданий), для повышения баллов по дисциплине (модулю).

**Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Примерные домашние задания**

**Домашнее задание по теме «Введение в нейронные сети»**

**Задание 1.** Опишите основные компоненты нейронной сети (входной слой, скрытые слои, выходной слой) и их функции. Приведите примеры различных архитектур нейронных сетей и обсудите, в каких случаях они могут быть применены.

**Задание 2.** Используя библиотеку TensorFlow или PyTorch, создайте простую нейронную сеть для классификации набора данных (например, MNIST или Iris). Опишите шаги, которые вы предприняли, и результаты, которые вы получили.

**Задание 3.** Проведите обучение нейронной сети на небольшом наборе данных (например, набор данных о цветах) и протестируйте её эффективность. Проанализируйте результаты, включая точность и возможные ошибки.

**Задание на бонусные баллы:** Выберите нейронную сеть, которую вы реализовали в предыдущем задании, и проведите оптимизацию её гиперпараметров (например, количество слоев, количество нейронов в каждом слое, скорость обучения). Используйте метод перебора или случайного поиска для определения наилучших значений и сравните результаты с первоначальной моделью. Подготовьте отчет с графиками и анализом влияния изменения гиперпараметров на производительность сети.

**Домашнее задание по теме «Нейронные сети для задач с изображениями»**

**Задание 1.** Реализуйте простую сверточную нейронную сеть (CNN) для классификации изображений из набора данных CIFAR-10. Опишите архитектуру сети и проведите обучение. Проанализируйте результаты, включая точность модели на тестовом наборе данных.

**Задание 2.** Исследуйте различные методы предварительной обработки изображений (например, изменение размера, нормализация, аугментация) и их влияние на производительность нейронной сети. Создайте небольшой проект, в котором вы сравните результаты классификации изображений до и после применения этих методов.

**Задание 3.** Реализуйте простую модель для сегментации изображений, например, используя U-Net. Выберите набор данных (например, набор данных для сегментации дорожных знаков) и обучите модель. Оцените качество сегментации и представьте примеры результатов.

**Задание на бонусные баллы:** Используя предобученную модель (например, VGG16, ResNet или Inception), адаптируйте её для решения задачи классификации нового набора изображений (например, классификация медицинских изображений). Проведите дообучение модели на вашем наборе данных, оптимизируйте гиперпараметры и сравните результаты с нуля обученной моделью. Подготовьте отчет с графиками, анализом производительности и выводами о применимости передачи обучения в данной задаче.

**Домашнее задание по теме «Нейронные сети для задач с текстом»**

**Задание 1.** Реализуйте модель для классификации текстов, используя нейронную сеть (например, LSTM или GRU) на наборе данных, таком как IMDB для анализа тональности. Опишите архитектуру вашей модели, проведите обучение и оцените её точность на тестовом наборе.

**Задание 2.** Исследуйте методы векторизации текста, такие как Bag of Words, TF-IDF и Word Embeddings (например, Word2Vec или GloVe). Реализуйте простую модель, которая использует один из этих методов для классификации текстов, и сравните результаты.

**Задание 3.** Создайте простую модель для генерации текста, используя рекуррентные нейронные сети (RNN). Выберите небольшой текстовый корпус (например, произведение литературы) и обучите модель на его основе. Сгенерируйте текст и оцените его качество.

**Задание на бонусные баллы:** Реализуйте модель на основе архитектуры трансформеров (например, BERT или GPT) для решения задачи, такой как классификация текстов или ответ на вопросы. Используйте предобученную модель и проведите дообучение на вашем наборе данных. Оцените производительность модели и сравните её с классическими подходами (например, LSTM). Подготовьте отчет с графиками, анализом результатов и выводами о преимуществах и недостатках использования трансформеров в данной задаче.

**Домашнее задание по теме «Генеративные модели и задачи со звуком»**

**Задание 1.** Реализуйте вариационную автоэнкодер (VAE) для генерации звуковых сигналов. Выберите набор данных, например, звуки природы или музыкальные ноты. Обучите модель и сгенерируйте новые звуковые образцы. Оцените качество сгенерированных звуков.

**Задание 2.** Изучите методы предварительной обработки аудиофайлов, такие как преобразование Фурье и мел-частотное кепстральное представление (MFCC). Реализуйте простую нейронную сеть для классификации звуков (например, распознавание музыкальных инструментов) и проанализируйте влияние различных методов обработки на точность модели.

**Задание 3.** Создайте модель рекуррентной нейронной сети (RNN) для генерации музыкальных последовательностей. Используйте MIDI-файлы в качестве обучающего набора данных. Обучите модель и сгенерируйте новую музыкальную композицию. Оцените её качество и оригинальность.

**Задание на бонусные баллы:** Реализуйте генеративно-состязательную сеть (GAN) для генерации звуковых сигналов (например, синтез речи или музыкальных фрагментов). Используйте набор данных, содержащий аудиофайлы, и проведите обучение модели. Оцените качество сгенерированных звуков с помощью метрик, таких как Inception Score или FID. Подготовьте отчет с графиками, анализом результатов и выводами о применимости GAN для задач генерации звука.

**Примерные задания по тестам**

**Тест по теме «Введение в нейронные сети»**

**Вопрос 1.** Что такое нейронная сеть?
A) Алгоритм для сортировки данных
B) Язык программирования
C) Способ хранения информации
D) Модель, имитирующая работу человеческого мозга для обработки данных
**Ответ:** D

**Вопрос 2.** Какой из следующих компонентов является основным элементом нейронной сети?

A) Слои
B) Графики
C) Массивы
D) Функции
**Ответ:** A

**Вопрос 3.** Как называется функция, используемая для активации нейронов в нейронной сети?
A) Функция потерь
B) Функция активации
C) Функция оптимизации
D) Функция регрессии
**Ответ:** B

**Вопрос 4.** Какой из следующих алгоритмов используется для обучения нейронных сетей?
A) Градиентный спуск
B) Динамическое программирование
C) Метод наименьших квадратов
D) Алгоритм К-нейрейстов
**Ответ:** A

**Вопрос 5.** Какое из следующих утверждений о переобучении (overfitting) является верным?
A) Модель хорошо обобщает данные
B) Модель слишком сложна и подстраивается под шум в данных
C) Модель не достигает высокой точности
D) Переобучение не является проблемой для нейронных сетей
**Ответ:** B

**Тест по теме «Нейронные сети для задач с изображениями»**

**Вопрос 1.** Какой тип нейронной сети чаще всего используется для обработки изображений?
A) Полносвязная нейронная сеть
B) Рекуррентная нейронная сеть
C) Сверточная нейронная сеть (CNN)
D) Генеративно-состязательная сеть (GAN)
**Ответ:** C

**Вопрос 2.** Какой из следующих слоев является основным компонентом сверточной нейронной сети?
A) Слой активации
B) Слой свертки
C) Полносвязный слой
D) Слой нормализации
**Ответ:** B

**Вопрос 3.** Какой метод обычно используется для уменьшения размерности изображений в CNN?
A) Свертка
B) Пулинг (подбор)
C) Регрессия
D) Нормализация
**Ответ:** B

**Вопрос 4.** Как называется процесс, при котором нейронная сеть обучается на размеченных данных для классификации изображений?
A) Ненадзорное обучение
B) Обучение с учителем
C) Обучение без учителя
D) Обучение с подкреплением
**Ответ:** B

**Вопрос 5.** Какой из следующих методов может помочь предотвратить переобучение в нейронных сетях для задач с изображениями?
A) Увеличение размера обучающего набора данных
B) Увеличение числа слоев в сети
C) Уменьшение числа эпох обучения
D) Увеличение скорости обучения
**Ответ:** A

**Примерное описание задания и критерии оценивания к творческому заданию**

**Описание задания:**

Создайте мультимодальную систему, которая по текстовому описанию математической задачи (например, "Нарисуй график функции, которая возрастает на [-2, 0], убывает на [0][2] и имеет максимум в точке x=0") генерирует график этой функции.

**Цель** — продемонстрировать интеграцию NLP, математического анализа и генеративных моделей, превращая естественный язык в математически осмысленную визуализацию.

**Техническая реализация:**

- Используйте LLM (например, Llama-3, Mistral) для парсинга текста и преобразования его в параметрическое уравнение или набор условий.
- Реализуйте генерацию функции, удовлетворяющей условиям (например, через интерполяцию, подбор коэффициентов полинома).
- Постройте график с помощью matplotlib или plotly.
- Опционально: используйте GAN или VAE для генерации "естественных" графиков с шумом, имитирующим рукописный вид.
- Проведите эксперименты с разными формулировками запросов.

**Формат сдачи:**

- Код системы (Python, Hugging Face, PyTorch)
- Отчёт (2–3 страницы): описание архитектуры, примеры преобразования текста в формулы, анализ точности
- Презентация (5–7 слайдов): демонстрация "от текста до графика", обсуждение ограничений, идеи для улучшения

**Критерии оценивания:**

- Интеграция математики и ИИ: осмысленное преобразование текста в математическую модель.
- Креативность и нестандартность задачи: выход за рамки типовых NLP- или CV-задач.
- Работоспособность и логичность пайплайна: от текста до корректного графика.
- Экспериментальная проработка: тестирование разных формулировок, анализ ошибок, попытки улучшения.

Качество документирования и презентации: отчёт и слайды отражают ход мысли, подчёркивают инновационность и практическую применимость (например, в образовании).

**Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

| № п/п | Задание | Ответ | Компетенция |
|---|---|---|---|
| 1. | Какой метод используется для оптимизации нейронных сетей? | Градиентный спуск | УК-1 |
| 2. | Какой алгоритм используется для обучения нейронной сети с использованием градиентного спуска? | Adam | УК-1 |
| 3. | Какой из следующих методов может быть использован для предотвращения переобучения?<br>A) Увеличение числа нейронов в слое<br>B) Регуляризация<br>C) Уменьшение числа обучающих данных<br>D) Увеличение скорости обучения | B | УК-1 |
| 4. | Какой метод используется для генерации новых данных на основе обученной модели? | Генеративные модели | УК-1 |
| 5. | Как называется процесс, при котором нейронная сеть может адаптироваться к новым данным без полного переобучения?<br>A) Fine-tuning (тонкая настройка)<br>B) Transfer learning (перенос обучения)<br>C) Unsupervised learning (обучение без учителя)<br>D) Reinforcement learning (обучение с подкреплением) | B | УК-2 |
| 6. | Какой из слоев обычно используется в сверточных нейронных сетях для уменьшения размерности? | Слой пулинга/ подбор | УК-2 |
| 7. | Какой из следующих методов позволяет улучшить качество генерации данных в GAN?<br>A) Увеличение числа слоев в дискриминаторе<br>B) Уменьшение числа эпох обучения<br>C) Увеличение размера обучающего набора данных<br>D) Использование более сложных функций потерь | D | УК-2 |
| 8. | Какой метод используется для предотвращения переобучения нейронных сетей, добавляя шум к весам или активациям? | Дроп-аут | УК-2 |
| 9. | Как называется процедура, которая позволяет нейронной сети адаптироваться к новым данным, обновляя свои веса на основе ошибки? | Обучение | ОПК-1 |
| 10. | Какой тип нейронной сети особенно эффективен для обработки изображений благодаря своей архитектуре с использованием фильтров? | Сверточная нейронная сеть | ОПК-1 |
| 11. | Как называется процесс, при котором нейронная сеть обучается распознавать и классифицировать изображения на основе меток? | Обучение с учителем | ОПК-1 |
| 12. | Какой метод визуализации используется для понимания того, какие части изображения влияют на решение нейронной сети? | Градиентный метод визуализации (или визуализация активации) | ОПК-1 |

Электронный документ

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13. | Какой алгоритм используется для уменьшения размерности данных, сохраняя при этом как можно больше информации, и часто применяется в предварительной обработке изображений? | Метод главных компонент (PCA) | ПК-1 |