
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол №2

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

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладной искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	5
3. Тематический план	8
4. Содержание дисциплины (модуля)	8
5. Учебно-методическое обеспечение	10
6. Материально-техническое обеспечение	10
7. Методические и оценочные материалы	12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Глубокое обучение» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «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 разработка, 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 «Прикладной искусственный интеллект» и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 4 семестре, 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:

Код и содержание компетенции	Индикатор компетенции и 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 разработки, 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.
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (соответствует УНК-01)	УК-4.1. (УНК-01.01.) Осуществляет коммуникации в профессиональной деятельности УНК-01.01.01. У-3 Способен формулировать и понимать технологические и бизнес-требования
	УК-4.2. (УНК-01.02.) Демонстрирует владение профессиональной культурой УНК-01.02.01. У-3. Умеет грамотно оформлять документацию и вести коммуникацию в соответствии с профессиональными стандартами
ОПК-4. Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	ОПК-4.1. Знает основные классы математических алгоритмов, методы их анализа, критерии выбора и оценки вычислительной сложности, а также принципы программной реализации.
	ОПК-4.2. Умеет находить и анализировать математические алгоритмы, выбирать подходящий алгоритм для поставленной задачи и реализовывать его с использованием современных вычислительных систем.
	ОПК-4.3. Имеет практический опыт программной реализации, тестирования и оценки корректности и эффективности математических алгоритмов.
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных	ОПК-5.1. Знает основные принципы работы современных информационных технологий, архитектуры компьютеров и компьютерных сетей, языков и сред программирования, баз данных и программных систем.

технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.2. Умеет выбирать и применять современные информационные технологии, программные средства и сетевые сервисы для решения задач профессиональной деятельности.
	ОПК-5.3. Имеет практический опыт использования современных информационных технологий и программных средств при решении профессиональных задач.
МО-1. Способен проектировать, разрабатывает и улучшать алгоритмы и модели машинного обучения	МО-1.1. Применяет классические методы и модели машинного обучения (МО) (базовый) МО-1.1 3-1. Знает алгоритмы обучения с учителем для регрессии и классификации. МО-1.1 У-2. Умеет использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных.
	МО-1.2. Применяет глубокие нейронные сети (средний) МО-1.2. 3-3. Знает популярные архитектуры глубоких нейронных сетей и их применение: сверточные, рекуррентные, сети с памятью. МО-1.2. У-1. Умеет применять стандартные библиотеки, реализующие основные архитектуры глубокого обучения.
	МО-1.3. Применяет автоматическое машинное обучение (средний) МО-1.3. 3-1. Знает алгоритмы автоматической настройки гиперпараметров. МО-1.3. У-1. Умеет обосновывать способы и варианты применения алгоритмов автоматического машинного обучения.
ППК-Р5. Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ППК-Р5.1. Анализирует возможности реализации требований к компьютерному программному обеспечению (средний) ППК-Р5.1. У-1. Умеет проводить сбор и систематизацию требований к компьютерному программному обеспечению.
	ППК-Р5.2. Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие (средний) ППК-Р5.2. У-1. Умеет выбирать средства реализации требований к компьютерному программному обеспечению.
	ППК-Р5.3. Проектирует компьютерное программное обеспечение (продвинутый) ППК-Р5.3. У-1. Умеет разрабатывать и изменять архитектуру компьютерного программного обеспечения и согласовывать ее с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения.
	ППК-Р5.4. Выполняет логическое проектирование системы (продвинутый) ППК-Р5.4. У-1. Умеет декомпозировать ИТ-системы и ИТ-продукты на подсистемы и элементы поставки.
УНК-03 – Способен применять методы стратегического планирования в профессиональной	УНК-03.01. Демонстрирует системное мышление при решении задач профессиональной деятельности (базовый) УНК-03.01.01. У-1. Умеет анализировать задачи, учитывая взаимосвязи между их компонентами.

деятельности	УНК-03.02. Осуществляет анализ и планирование деятельности (базовый) УНК-03.02.01. У-2. Способен разрабатывать планы действий с учетом поставленных целей и имеющихся ресурсов.
--------------	---

3. Тематический план

№п/ п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятель ная работа	
		Лекции	Практические занятия			
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 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. Кадури, 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 англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.: цв. ил. – ISBN 978-5-97060-618-6.

2. Траск Э. Грожаем 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 англ. 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) «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 удастся, 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) «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	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	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	
8	Отлично	
7	Хорошо	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 методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	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	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «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

Активность	Вес	Количество	Описание
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)

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Глубокое обучение»: $0,4 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{среднее за тесты} + 0,3 \times \text{среднее за творческие задания} + 0,2 \times \text{экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

Задание 1. Опишите основные компоненты полносвязной нейронной сети: входной слой, скрытые слои, выходной слой. Объясните, как работает алгоритм обратного распространения ошибки и как он используется для обновления весов.

Задание 2. Создайте полносвязную сеть в PyTorch для классификации данных из набора Iris или MNIST. Реализуйте прямой и обратный проход, используйте функцию потерь и оптимизатор. Включите в пайплайн этапы: загрузка данных, обучение, валидация, оценка точности.

Задание 3. Исследуйте влияние методов регуляризации: добавьте Dropout и L2-регуляризацию в вашу модель. Сравните качество и переобучение с базовой версией. Постройте графики потерь и точности на обучающей и валидационной выборках.

Задание на бонусные баллы: Оптимизируйте гиперпараметры сети (количество слоёв, размер скрытых слоёв, скорость обучения, тип оптимизатора) с помощью random search или Optuna. Подготовьте отчёт с анализом влияния каждого параметра и сравнением наилучшей модели с базовой.

Домашнее задание 2.

Задание 1. Реализуйте свёрточную нейронную сеть (CNN) в PyTorch для классификации изображений из набора CIFAR-10. Опишите архитектуру: количество свёрточных слоёв, размер ядер, пулинг, активации. Обучите модель и оцените точность на тестовой выборке.

Задание 2. Примените аугментацию данных (вращение, отражение, обрезка) к обучающей выборке. Сравните качество модели с аугментацией и без неё. Объясните, как аугментация влияет на обобщающую способность.

Задание 3. Реализуйте модель U-Net для задачи сегментации на упрощённом наборе (например, Oxford-IIIT Pets или Carvana). Визуализируйте входные изображения, истинные маски и предсказания модели. Оцените качество с помощью метрики IoU.

Задание на бонусные баллы: Используйте предобученную модель (например, ResNet или EfficientNet) для дообучения на новом наборе изображений (например, классификация медицинских снимков). Сравните качество с моделью, обученной с нуля. Подготовьте отчёт с анализом эффективности transfer learning.

Домашнее задание 3.

Задание 1. Реализуйте модель классификации текстов (например, тональность отзывов IMDB) с использованием LSTM и эмбедингов Word2Vec или nn.Embedding в PyTorch. Опишите архитектуру, обучите модель и оцените точность.

Задание 2. Сравните эффективность различных методов векторизации текста: Bag-of-Words, TF-IDF и предобученные эмбединги (например, Sentence-BERT). Используйте их в простой классификационной модели и проанализируйте, какой подход даёт наилучшие результаты.

Задание 3. Используя библиотеку Hugging Face Transformers, загрузите модель BERT и дообучите её на задаче текстовой классификации (например, SST-2). Примените метод LoRA для эффективной адаптации. Сравните качество и количество обучаемых параметров с полным fine-tuning.

Задание на бонусные баллы: Реализуйте генерацию текста с помощью GPT-2. Настройте модель на небольшом корпусе (например, научные аннотации). Исследуйте влияние параметров генерации (temperature, top_k, top_p). Оцените качество сгенерированных текстов вручную и с помощью метрики perplexity.

Примерные задания для теста

Тест 1.

Вопрос 1.

Какой алгоритм используется для вычисления градиентов в нейронной сети?

- A) Прямое распространение
- B) Метод Ньютона
- C) Обратное распространение ошибки
- D) Градиентный подъём

Ответ: C

Вопрос 2.

Что делает функция активации ReLU?

- A) Оставляет только отрицательные значения
- B) Приводит значения к диапазону [0][1]
- C) Обнуляет отрицательные значения, оставляя положительные
- D) Нормализует выход слоя

Ответ: C

Вопрос 3.

Какой оптимизатор использует экспоненциально взвешенные средние градиентов и их квадратов?

- A) SGD
- B) Momentum
- C) Adam
- D) Adagrad

Ответ: C

Вопрос 4.

Какой метод регуляризации отключает случайные нейроны во время обучения?

- A) L1-регуляризация
- B) Batch Normalization
- C) Dropout
- D) Early Stopping

Ответ: C

Вопрос 5.

Что такое свёртка в контексте нейросетей?

- A) Умножение матриц
- B) Применение фильтра к входным данным для выделения признаков
- C) Преобразование текста в вектор
- D) Нормализация данных

Ответ: B

Тест 2.**Вопрос 1.**

Какой слой в CNN уменьшает размер карты признаков?

- A) Свёрточный слой
- B) Полносвязный слой
- C) Пулинг-слой
- D) Слой активации

Ответ: C

Вопрос 2.

Какая архитектура используется для сегментации изображений?

- A) ResNet
- B) U-Net
- C) VGG
- D) Inception

Ответ: B

Вопрос 3.

Какой метод позволяет уменьшить размер модели, копируя её знания из более сложной сети?

- A) Transfer Learning
- B) Data Augmentation
- C) Knowledge Distillation
- D) Quantization

Ответ: C

Вопрос 4.

Какая метрика используется для оценки качества детекции объектов?

- A) Accuracy
- B) BLEU
- C) mAP
- D) RMSE

Ответ: C

Вопрос 5.

Какой формат аннотации используется в задачах детекции?

- A) [x, y, width, height]
- B) [word, embedding]
- C) [mel-spectrogram]
- D) [user_id, item_id]

Ответ: A

Тест 3.**Вопрос 1.**

Какой тип рекомендательной системы использует матричную факторизацию?

- A) Контентная фильтрация
- B) Коллаборативная фильтрация
- C) Гибридная система
- D) Демографическая система

Ответ: В

Вопрос 2.

Что означает RMSE в оценке рекомендательных систем?

- A) Средняя абсолютная ошибка
- B) Среднеквадратичная ошибка
- C) Точность при ранжировании
- D) Площадь под кривой

Ответ: В

Вопрос 3.

Какой подход использует информацию о предпочтениях пользователей и характеристиках товаров?

- A) Гибридная система
- B) Коллаборативная фильтрация
- C) Контентная фильтрация
- D) Система на основе правил

Ответ: А

Вопрос 4.

Какой набор данных часто используется для тестирования рекомендательных систем?

- A) MNIST
- B) CIFAR-10
- C) MovieLens
- D) IMDB

Ответ: С

Вопрос 5.

Что такое cold start в рекомендательных системах?

- A) Модель не обучена
- B) Отсутствие данных о новом пользователе или товаре
- C) Ошибка в коде
- D) Проблема с памятью

Ответ: В

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	Индикатор
1.	В контексте глубокого обучения укажите термин для базового элемента ИИ.	нейрон / искусственный нейрон	УК-1	УК-1.1
2.	В разделе теоретических основ укажите название алгоритма, используемого для вычисления градиентов в нейронных сетях.	обратное распространение ошибки / backpropagation	УК-1	УК-1.1
3.	При анализе переобучения укажите метод регуляризации, добавляющий сумму квадратов весов к функции потерь.	L2-регуляризация / Ridge-регуляризация	УК-1	УК-1.2
4.	В системном подходе к разработке моделей укажите функцию, вводящую нелинейность в работу нейрона.	функция активации / активационная функция	УК-1	УК-1.2
5.	При работе с научными источниками укажите репозиторий для публикации кода и моделей глубокого обучения с версионированием.	GitHub / GitLab / Hugging Face	УК-1	УК-1.3
6.	При определении задач в анализе изображений укажите правовую норму, регулирующую использование персональных данных.	Общий регламент по защите данных / 152-ФЗ / Федеральный закон о персональных данных	УК-2	УК-2.1
7.	В выборе оптимальных способов решения задач с CNN укажите ключевой вычислительный ресурс, необходимый для эффективного обучения.	GPU / графический процессор / TPU	УК-2	УК-2.2
8.	При формулировке целей для визуализации работы CNN укажите	Grad-CAM / градиентно-	УК-2	УК-2.2

	метод интерпретации, использующий градиенты для выделения важных областей изображения.	взвешенные классовые активации		
9.	В реальных условиях разработки моделей укажите метод увеличения обучающей выборки, позволяющий учесть ограничения по объёму данных.	аугментация данных / data augmentation	УК-2	УК-2.3
10.	При разработке ML-систем укажите документ, регламентирующий обработку персональных данных в Российской Федерации.	152-ФЗ / Федеральный закон о персональных данных	УК-2	УК-2.3
11.	При подготовке технического отчёта по результатам обучения модели укажите раздел документации, описывающий архитектуру нейронной сети.	архитектурная спецификация / model architecture section	УК-4	УК-4.1
12.	В профессиональной коммуникации укажите формат представления результатов эксперимента для воспроизводимости исследования.	Jupyter Notebook / MLflow / экспериментальный лог	УК-4	УК-4.2
13.	В математической основе глубокого обучения укажите операцию, лежащую в основе работы свёрточных слоёв.	свёртка / convolution	ОПК-4	ОПК-4.1
14.	При анализе вычислительной сложности укажите асимптотическую оценку времени обучения трансформера от длины последовательности.	$O(n^2)$ / квадратичная сложность	ОПК-4	ОПК-4.1
15.	При выборе алгоритма оптимизации укажите метод, использующий адаптивные скорости обучения для каждого параметра.	Adam / адаптивный момент	ОПК-4	ОПК-4.2
16.	В реализации математических алгоритмов укажите библиотеку для автоматического дифференцирования в экосистеме Python.	PyTorch / TensorFlow / JAX	ОПК-4	ОПК-4.3
17.	При оценке корректности алгоритма укажите метрику для задачи бинарной классификации, учитывающую баланс классов.	F1-score / F1-мера	ОПК-4	ОПК-4.3
18.	В архитектуре компьютерных систем укажите тип памяти, наиболее критичный для обучения больших нейронных сетей.	VRAM / видеопамять GPU	ОПК-5	ОПК-5.1
19.	При выборе информационных технологий укажите платформу для развёртывания моделей глубокого обучения в облаке.	AWS SageMaker / Google Vertex AI / Azure ML	ОПК-5	ОПК-5.2
20.	В практике использования программных средств укажите инструмент для	DVC / MLflow Model Registry	ОПК-5	ОПК-5.3

	управления версиями моделей машинного обучения.			
21.	В классических методах МО укажите алгоритм обучения с учителем для задачи регрессии.	линейная регрессия / decision tree / random forest	МО-1	МО-1.1
22.	При подготовке данных укажите этап предобработки, необходимый перед подачей данных в нейронную сеть.	нормализация / стандартизация / очистка данных	МО-1	МО-1.1
23.	В архитектурах глубоких нейронных сетей укажите тип сети, предназначенный для обработки последовательностей.	RNN / LSTM / GRU / трансформер	МО-1	МО-1.2
24.	При применении стандартных библиотек укажите фреймворк глубокого обучения с динамическим графом вычислений.	PyTorch	МО-1	МО-1.2
25.	В автоматическом машинном обучении укажите метод поиска оптимальных гиперпараметров, основанный на вероятностной модели.	Bayesian Optimization / байесовская оптимизация	МО-1	МО-1.3
26.	При обосновании выбора AutoML укажите преимущество перед ручным подбором гиперпараметров.	автоматизация поиска / экономия времени / воспроизводимость	МО-1	МО-1.3
27.	При сборе требований к ML-системе укажите метод выявления потребностей заказчиков в функциональности модели.	интервью / опрос / анализ бизнес-процессов	ППК-Р5	ППК-Р5.1
28.	В технических спецификациях укажите документ, описывающий интерфейсы взаимодействия компонентов ML-системы.	API specification / спецификация API	ППК-Р5	ППК-Р5.2
29.	При проектировании архитектуры укажите паттерн для разделения компонентов обучения и инференса модели.	microservices / разделение сервисов / ML pipeline	ППК-Р5	ППК-Р5.3
30.	В логическом проектировании системы укажите метод декомпозиции ML-пайплайна на независимые модули.	модульная архитектура / компонентная декомпозиция	ППК-Р5	ППК-Р5.4
31.	При системном анализе задачи укажите метод выявления взаимосвязей между этапами ML-пайплайна.	dependency graph / граф зависимостей	УНК-03	УНК-03.01
32.	В планировании деятельности укажите инструмент для оценки сроков обучения модели с учётом доступных ресурсов.	Gantt chart / план-график / resource estimation	УНК-03	УНК-03.02