
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Глубокое обучение. Продвинутый уровень»**

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. Продвинутый уровень» 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. Продвинутый уровень» 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 Факультативные дисциплины.

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:

- архитектурные принципы Transformer, Vision Transformer, State Space Models и их роль в современном DL;
- современные оптимизаторы (AdamW, SAM) и продвинутые техники регуляризации и аугментации (Mixup, CutMix, Stochastic Depth);
- парадигму self-supervised learning, ключевые контрастные и маскированные методы;
- математические основы и отличия генеративных моделей: VAE, GAN, Energy-Based Models, диффузионные вероятностные модели;
- законы масштабирования (scaling laws), архитектуры декодерных LLM и методы их эффективного дообучения (PEFT);
- концепции alignment (RLHF, DPO) и проблемы безопасности/предвзятости;
- методы интерпретации моделей, атаки уклонения и основные способы защиты;
- техники сжатия и ускорения нейросетей (дистилляция, прунинг, квантизация);

уметь:

- строить и адаптировать архитектуры на основе Transformer/ViT под собственные задачи с использованием PyTorch и Hugging Face;
- подбирать и конфигурировать продвинутые оптимизаторы, расписания learning rate и аугментации для улучшения обобщения;
- предобучать и применять self-supervised представления для downstream-задач;
- обучать диффузионные модели, использовать Stable Diffusion и ControlNet для генерации изображений;
- выполнять parameter-efficient fine-tuning LLM с LoRA/QLoRA, применять prompting и RAG;
- анализировать интерпретируемость решений модели и оценивать устойчивость к состязательным атакам;
- применять квантизацию, дистилляцию и прунинг для развертывания моделей;
- владеть:**
 - стеком PyTorch, Hugging Face Transformers, Diffusers, PEFT;
 - инструментами для самообучения (lightly, VISSL) и генеративного моделирования;
 - практикой alignment с помощью trl (DPO, RLHF) и prompt engineering;
 - библиотеками интерпретации (Captum, SHAP) и adversarial-robustness (AdverTorch, CleverHans);
 - техниками оптимизации памяти и скорости обучения (gradient checkpointing, mixed precision, torch.compile);
 - навыками сжатия и экспорта моделей в ONNX/TensorRT для production-окружения.

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.
ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные понятия, методы и результаты математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической и дифференциальной геометрии, топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов и теоретической механики.
	ОПК-1.2. Умеет применять фундаментальные математические знания и методы для анализа и решения профессиональных задач.
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт выбора, разработки и реализации математических моделей и методов при решении задач профессиональной деятельности.

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 З-1. Знает алгоритмы обучения с учителем для регрессии и классификации. Линейные методы, ансамблевые методы, методы на опорных векторах. МО-1.1 З-1. Знает алгоритмы обучения без учителя. Методы кластеризации и поиска аномалий. МО-1.1 З-1. Знает основные ограничения классического МО и области применения. МО-1.1 У-1. Умеет применять стандартные библиотеки для обучения с учителем и без учителя. МО-1.1 У-2. Умеет использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных для статистического обучения (масштабирование, корреляционный анализ, заполнение пропусков в данных). МО-1.1 У-3. Умеет самостоятельно строить пайплайн очистки данных, обучения, подбора гиперпараметров и валидации моделей МО.
	МО-1.2. Применяет глубокие нейронные сети (средний) МО-1.2. З-1. Знает теоретические основы нейросетевых алгоритмов. МО-1.2. З-2. Знает методы обучения нейронных сетей с помощью градиентного спуска и обратного распространения ошибки. МО-1.2. З-3. Знает популярные архитектуры глубоких нейронных сетей и их применение: сверточные, рекуррентные, сети с памятью. МО-1.2. З-4. Знает механизм внимания в нейронных сетях и архитектуру трансформера. МО-1.2. У-1. Умеет применять стандартные библиотеки, реализующие основные архитектуры глубокого обучения. МО-1.2. У-2. Умеет разрабатывать нейронные сети с вниманием. МО-1.2. У-3. Умеет использовать предварительно обученные нейронные сети и перенос обучения.
	МО-1.3. Применяет автоматическое машинное обучение (средний) МО-1.3. З-1. Знает алгоритмы автоматизации работы с признаками. МО-1.3. З-1. Знает алгоритмы автоматической настройки гиперпараметров. МО-1.3. З-1. Знает алгоритмы автоматического поиска структуры модели (нейронных сетей и других графовых моделей). МО-1.3. У-1. Умеет обосновывать способы и варианты применения алгоритмов автоматического машинного обучения в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи. МО-1.3. У-1. Умеет применять методы повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов автоматического машинного обучения для проверки разведочных гипотез и подготовки данных к применению современных методов ИИ

ППК-Р1. Способен разрабатывать и отлаживать программный код	ППК-Р1.1. Выполняет формализацию и алгоритмизацию поставленных задач для разработки программного кода (базовый) ППК-Р1.1. 3-1. Знает алгоритмы решения типичных задач, области и способы их применения. ППК-Р1.1. 3-2. Знает нотации и программное обеспечение для графического отображения алгоритмов. ППК-Р1.1. 3-3. Знает методы и приемы алгоритмизации поставленных задач. ППК-Р1.1. У-1. Умеет использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач. ППК-Р1.1. У-2. Умеет применять алгоритмы решения типовых задач в соответствующих областях. ППК-Р1.2. Формализует задачу ИТ отрасли в язык естественнонаучных дисциплин (базовый) ППК-Р1.2. 3-1. Знает основные разделы математики, применяемые для анализа и моделирования непрерывных процессов и дискретных систем в прикладных задачах. ППК-Р1.2. У-1. Умеет выбирать адекватный математический аппарат для формализованного описания сущностей и отношений на основе ТЗ и бизнес-требований. ППК-Р1.2. В-1. Владеет навыками описания задач предметной области в виде формальных математических моделей, пригодных для последующей алгоритмизации и программной реализации.
	ППК-Р1.3. Осуществляет обоснованный выбор методов и алгоритмов для программной реализации формальной математической модели (базовый) ППК-Р1.3. 3-1. Знает основные классы методов программной реализации моделей и критерии выбора алгоритмов. ППК-Р1.3. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ и обоснование выбора алгоритмов для программной реализации модели. ППК-Р1.3. В-1. Владеет методами адаптации методов и алгоритмов под специфику задачи. ППК-Р1.3. В-2. Владеет навыками оценки эффективности выбранных алгоритмов.

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	Современные архитектуры глубоких нейронных сетей		8		20	Домашнее задание, Тест
2	Продвинутые методы обучения и регуляризации		6		20	Домашнее задание, Тест
3	Глубокие генеративные модели		10		20	Домашнее задание, Творческое задание
4	Большие языковые модели		6		22	Домашнее задание, Тест
	Зачет			2		Проект
Итого:			30	2	82	
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	Современные архитектуры глубоких нейронных сетей	Трансформер и механизмы внимания: позиционные кодировки, архитектура Encoder-Decoder. Визуальный трансформер и эволюция CV-архитектур: ViT, DeiT, Swin, сравнение с CNN, гибридные подходы. Модели пространства состояний для последовательностей: S4, Mamba, RWKV как альтернатива вниманию для длинных последовательностей. Архитектурные инновации и автоматический поиск архитектуры нейронной сети: MLP-Mixer, ConvNeXt, обзор принципов NAS и эффективных моделей.
2	Продвинутые методы обучения и регуляризации	Современные оптимизаторы и расписания: AdamW, LAMB, LARS, SAM; циклические расписания. Аугментации и регуляризация: Mixup, CutMix, Cutout, Stochastic Depth, Label Smoothing, Test-Time Augmentation. Самообучение: контрастные методы (SimCLR, MoCo), неконтрастные (BYOL, SimSiam), Masked Image Modeling (MAE, BEiT).
3	Глубокие генеративные модели	Вариационные автоэнкодеры: VAE, beta-VAE, VQ-VAE, VQ-VAE-2 и их применение для дискретных представлений. Генеративно-сопоставительные сети: WGAN, StyleGAN, Conditional GAN, проблемы обучения и метрики (FID, IS).

		Модели на основе энергии и контрастное обучение, связь с генерацией. Диффузионные вероятностные модели: DDPM, Score-based SDE, DDIM и обратимые процессы. Современные диффузионные системы: Latent Diffusion (Stable Diffusion), ControlNet, ускорение сэмплирования (DPM-Solver), приложения в генерации изображений и видео.
4	Большие языковые модели	Вариационные автоэнкодеры: VAE, beta-VAE, VQ-VAE, VQ-VAE-2 и их применение для дискретных представлений. Генеративно-состязательные сети: WGAN, StyleGAN, Conditional GAN, проблемы обучения и метрики (FID, IS). Модели на основе энергии и контрастное обучение, связь с генерацией. Диффузионные вероятностные модели: DDPM, Score-based SDE, DDIM и обратимые процессы. Современные диффузионные системы: Latent Diffusion (Stable Diffusion), ControlNet, ускорение сэмплирования (DPM-Solver), приложения в генерации изображений и видео.

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. Кадурын, 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. Продвинутый уровень» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, проект 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.

Проект — исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

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. Продвинутый уровень»

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 *зачета*, 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	Оценка за зачет	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Зачтено	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	Зачтено	Отлично	
8	Зачтено	Отлично	
7	Зачтено	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	Зачтено	Хорошо	
5	Зачтено	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при
4	Зачтено	Удовлетворительно	

Десятибалльная оценка	Оценка за зачет	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			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.
3	Не зачтено	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 зачтено	Не сдан	
1	Не зачтено	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Глубокое обучение. Продвинутый уровень» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашнее задание	40%	15	Набор задач по темам недели
Тест	20%	15	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Зачет	40%	1	Проект - Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов

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

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

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: С

Вопрос 4.

Какая метрика используется для оценки качества детекции объектов?

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

Ответ: С

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: А

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 проекту

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	Назовите критерий достоверности источников при изучении архитектур S4 и Mamba	Рецензируемые конференции NeurIPS ICML ICLR	УК-1	УК-1.2
2	Укажите инструмент для синтеза данных о методах аугментации из различных статей	Papers With Code или ArXiv Sanity	УК-1	УК-1.3

3	Определите подход к системному анализу статей по диффузионным моделям	Сравнение метрик FID и IS между работами	УК-1	УК-1.2
4	Сформулируйте задачу поиска информации об оптимизации инференса больших языковых моделей	Запрос на методы квантования и прунинга LLM	УК-1	УК-1.3
5	Выберите архитектуру для обработки последовательностей длиной свыше 100 тысяч токенов	S4 Mamba или линейное внимание	УК-2	УК-2.2
6	Укажите ограничение вычислительных ресурсов при использовании Mixup аугментации	Увеличение потребления памяти при обучении	УК-2	УК-2.2
7	Назовите критерий целесообразности применения StyleGAN вместо VAE для генерации лиц	Требования к четкости и реалистичности деталей	УК-2	УК-2.3
8	Определите круг задач для применения ControlNet в соответствии с ограничениями проекта	Генерация изображений с учетом пространственных условий	УК-2	УК-2.3
9	Дополните утверждение: механизм внимания в трансформере основан на операции	Масштабированное скалярное произведение	ОПК-1	ОПК-1.2
10	Назовите распределение вероятностей в латентном пространстве вариационного автоэнкодера	Стандартное нормальное распределение	ОПК-1	ОПК-1.2
11	Укажите свойство прямого процесса в диффузионных вероятностных моделях	Постепенное добавление гауссовского шума	ОПК-1	ОПК-1.1
12	Определите математическую функцию для позиционного кодирования в оригинальном трансформере	Синусоидальные функции разной частоты	ОПК-1	ОПК-1.3
13	Выберите архитектуру глубокой сети для классификации изображений без сверток	Vision Transformer или ViT	МО-1	МО-1.2
14	Назовите метод самообучения использующий контрастные потери на аугментациях	SimCLR или MoCo	МО-1	МО-1.2
15	Укажите модель для генерации изображений по тексту с использованием латентного пространства	Stable Diffusion или Latent Diffusion	МО-1	МО-1.3
16	Определите тип архитектуры трансформера используемый в языковых моделях GPT	Decoder-only или только декодер	МО-1	МО-1.2

17	Назовите библиотеку Python для реализации автоматического поиска архитектуры нейросети	PyTorch Lightning или специализированные NAS фреймворки	ППК-P1	ППК-P1.2
18	Укажите функцию потерь с параметром сглаживания меток для регуляризации классификатора	CrossEntropyLoss с Label Smoothing	ППК-P1	ППК-P1.2
19	Дополните требование к входным данным для алгоритма сэмплирования диффузионной модели	Случайный гауссовский шум и текстовый эмбединг	ППК-P1	ППК-P1.2
20	Назовите метрику для оценки качества кода генерации текста большими языковыми моделями	Perplexity или BLEU ROUGE	ППК-P1	ППК-P1.3