

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан ЭФ

УТВЕРЖДАЮ /Н.М. Стрельникова/
(Ф.И.О. декана (директора института))

22.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.11 Глубокое обучение (Нейросетевые технологии)

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

09.03.03 Прикладная информатика

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Искусственный интеллект в бизнес-аналитике

Курс 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	6	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 09.03.03 Прикладная информатика

Программу составили:

заведующий кафедрой	ИСЭ	СОГЛАСОВАНО	Т.А. Уразаева
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
профессор	ИСЭ	СОГЛАСОВАНО	А.В. Швецов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра информационных систем в экономике

(наименование кафедры)			
22.08.2025	протокол №	1	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Т.А. Уразаева	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Т.А. Уразаева
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	О.Е. Иванов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Галочкин Александр Владимирович, генеральный директор ООО «Трэвэл
Лайн»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 25.08.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. DL-1 Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	DL-1.1. Способен объяснять и применять математические основы нейронных сетей, включая расчет градиентов, методы оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), для эффективного обучения моделей	знания: знает способы выбора функции активации и степень связности нейронов в зависимости от задачи умения: умеет задавать скорость обучения в зависимости от задачи и набора данных навыки: способен применять регуляризацию и прореживание
	DL-1.2. Способен реализовывать неглубокие нейронные сети (перцептроны, MLP), выбирать количество и размер слоёв, подходящие функции активации и функции потерь для решения задач классификации и регрессии	знания: обладает знаниями по реализации многослойного персептрона умения: разрабатывать и/или применять самоорганизующиеся карты Кохонена навыки: разработки RBF-сетей
	DL-1.3. Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения	знания: знает подходы к применению основных архитектур глубокого обучения (VGG, ResNet) умения: применяет принцип построения вычислительного блока Google Inception навыки: разрабатывает решения с применением backbone сетей

	DL-1.4. Способен разрабатывать, обучать и внедрять графовые нейронные сети (GNN) для решения задач анализа графовых данных, включая создание архитектур, обработку графов различных типов и промышленное развертывание моделей	знания: стандартные графовые архитектуры (GCN, GAT, GraphSAGE) через библиотеки (PyG, DGL) умения: Умеет модифицировать популярные архитектуры графовых нейронных сетей (GCN, GraphSAGE, GIN) навыки: применяет графовые сети внимания (GAT). Адаптирует архитектуры под специфические типы графов (гетерогенные, динамические). Оптимизирует обучение для больших графов (subgraph sampling)
	DL-1.5. Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам	знания: знает базовые техники дообучения (transfer learning, fine-tuning) умения: работает с малыми датасетами (few-shot learning) навыки: Владеет продвинутыми техниками (adapter layers, LoRA, prefix-tuning)
2. DL-2 Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей	DL-2.1. Применяет известные архитектуры генеративных глубоких нейронных сетей для решения прикладной задачи (генерация текста, генерация изображений по тексту, синтез речи и т.д.), при необходимости проводя дообучение на наборах данных	знания: знает способы использования популярных генеративных моделей (GPT, Stable Diffusion, VQ-VAE) через API или готовые реализации умения: Настраивает параметры генерации под конкретную задачу. Реализует техники контролируемой генерации (guidance scale, prompt engineering). Комбинирует несколько моделей в пайплайн. Проводит domain adaptation для специфических данных. навыки: Использует продвинутые методы эффективного обучения (QLoRA, DreamBooth)
	DL-2.2. Имплементирует известные архитектуры генеративных сетей, реализует пайплайны их обучения на датасетах и вывод генеративных моделей в продуктивную среду	знания: Умеет запускать инференс на готовых генеративных моделях (Stable Diffusion, GPT) умения: Кастомизирует архитектуры под задачи (изменение latent space в GAN). Реализует сложные пайплайны обучения (multi-stage training). Применяет продвинутые техники дообучения (LoRA, DreamBooth). навыки: Настраивает распределенное обучение (DDP, DeepSpeed). Оптимизирует память и скорость обучения (gradient checkpointing).

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Преддипломная практика (DL-1), Преддипломная практика (DL-

2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (DL-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (DL-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: case-study, лекция с элементами мозгового штурма, лекция-провокация, лекция с обсуждением новых научных достижений в сфере ии по результатам конференции и публикаций, обеспечено разнообразие форматов и методов обучения (лекции, семинары с ит-практиками, конкурсы, хакатоны, кейс-чемпионаты, мастер-классы, командные проектные задания и др.) в каждом семестре

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 1	144	DL-1, DL-2
Лекция. Теоретические основы нейросетевых алгоритмов. Градиенты и обратное распространение ошибки.	4	
Лекция. Неглубокие архитектуры нейронных сетей.	4	
Лекция. Глубокие нейронные сети. Популярные архитектуры, их применение.	4	
Лекция. Генерация изображений по тексту.	4	
Лекция. Генерация текста по изображениям.	4	
Лабораторная работа. Изучение алгоритма обратного распространения ошибки на простых нейросетях	4	
Лабораторная работа. Реализация многослойного персептрона для задачи классификации	4	
Лабораторная работа. Создание и обучение сверточной нейронной сети (CNN) на базе популярного датасета	4	
Лабораторная работа. Генерация изображений по текстовому описанию с использованием GAN	4	
Лабораторная работа. Автоматическая генерация текстов на основе входного изображения	4	
Лекция. Обучение с подкреплением и его связь с глубоким обучением	2	
Лекция. Самостоятельное обучение и обучение без учителя	2	
Лабораторная работа. Применение обучения с подкреплением к простой игровой задаче	2	
Лабораторная работа. Изучение методов регуляризации для предотвращения переобучения	2	
Лекция. Применение VR/AR в обучающих системах с глубоким	2	

обучением		
Лабораторная работа. Разработка и анализ обучающего VR/AR приложения с элементами глубокого обучения	2	
Лекция. Обработка и генерация аудио	2	
Лабораторная работа. Эксперимент с генерацией аудио с использованием рекуррентных нейронных сетей	2	
Лекция. Архитектуры для работы с последовательными данными (LSTM, GRU)	2	
Лабораторная работа. Построение и обучение рекуррентных нейронных сетей LSTM и GRU для анализа последовательных данных	2	
Лекция. Использование предобученных моделей и методы transfer learning	2	
Лабораторная работа. Использование предобученных моделей и transfer learning для классификации изображений	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельная работа студента, включающая подготовку к лекционным и лабораторным занятиям. Студенту следует изучить самостоятельно:		
• Основы нейронных сетей: устройство, функции активации, обучение с учителем. • Алгоритм обратного распространения ошибки и методы оптимизации (SGD и его модификации). • Классические неглубокие архитектуры: MLP. • Глубокие архитектуры: CNN, RNN, трансформеры, их устройство и применение. • Принципы генеративных моделей: GAN, VAE, Attention-механизмы для генерации изображений и текста. • Практические навыки работы с фреймворками (PyTorch, TensorFlow). • Разбор и самостоятельное выполнение проектов по генерации изображений по тексту и текста по изображениям (например, с использованием DALL·E, CLIP, BLIP, и других)	80	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БПК)	10	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Глубокое обучение" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Глубокое обучение", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Методические указания для студентов при изучении тем курса "Глубокое обучение" рекомендуется строить с акцентом на последовательное освоение теории и практики с постепенным наращиванием сложности, включая самостоятельную работу и реализацию проектов.

1. Теоретические основы нейросетевых алгоритмов. Градиенты и обратное распространение ошибки

- Изучить устройство искусственного нейрона, принципы построения сети.
- Освоить алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation), вычисление градиентов и основы оптимизации.

- Практические задания: реализация простейшей нейросети с использованием градиентного спуска.

2. Неглубокие архитектуры нейронных сетей

- Познакомиться с однослойными и многослойными персептронами.
- Проанализировать ограничения неглубоких сетей и понять их применение в базовых задачах.
- Программные упражнения: построение MLP для задач классификации.

3. Глубокие нейронные сети

- Изучить принципы глубоких сетей, преодоление проблем затухающего градиента.
- Овладеть практиками построения многослойных сетей.
- Лабораторные: разработка глубоких моделей с использованием современных фреймворков.

4. Популярные архитектуры и их применение

- Изучить основные архитектуры: CNN, RNN, трансформеры, их особенности и сценарии использования.
- Практика: применение CNN для анализа изображений, трансформеров для обработки текста.

5. Генерация изображений по тексту

- Ознакомиться с GAN и трансформерными моделями для генерации визуального контента.
- Практическая работа: эксперимент с генерацией изображений на основе текстовых описаний.

6. Генерация текста по изображениям

- Изучить методы мультимодального глубокого обучения.
- Реализация моделей, сочетающих CNN и RNN/трансформеры для генерации описаний.

7. Обучение с подкреплением и его связь с глубоким обучением

- Познакомиться с основами обучения с подкреплением.
- Изучить Deep RL — сочетание глубинных нейронных сетей и RL.
- Практика: задачи управления и принятия решений.

8. Самостоятельное обучение и обучение без учителя

- Изучить основные методы кластеризации, автоэнкодеров, self-supervised learning.
- Практическая часть: построение автоэнкодеров, применение на реальных данных.

9. Применение VR/AR в обучающих системах с глубоким обучением

- Понять возможности VR/AR технологий и интеграции с глубоким обучением.
- Практика: создание простых VR/AR приложений с использованием нейросетей.

10. Обработка и генерация аудио

- Изучить архитектуры для анализа и синтеза аудио, речь и звуки.
- Лабораторные: построение моделей распознавания речи и генерации аудио.

11. Архитектуры для работы с последовательными данными (LSTM, GRU)

- Изучить рекуррентные сети, принципы работы LSTM и GRU.
- Практическое задание: создание моделей для анализа временных рядов и текстовых последовательностей.

12. Использование предобученных моделей и методы transfer learning

- Ознакомиться с концепцией transfer learning и fine-tuning.
- Практика: адаптация предобученных моделей к новым задачам.

Для каждой темы рекомендуется:

- Изучать теоретический материал последовательно, используя рекомендуемую литературу и лекционные материалы.
- Выполнять лабораторные работы и практические задания для закрепления материала.
- Активно использовать программные инструменты (например, PyTorch, TensorFlow).
- Участвовать в обсуждениях и групповом решении задач для углубления понимания.
- Оформлять отчёты по выполненным заданиям с анализом полученных результатов.

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Глубокое обучение". Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Глубокое обучение", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Глубокое обучение", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Самостоятельная работа студента по дисциплине "Глубокое обучение" должна быть построена на поэтапном изучении ключевых тем с акцентом на практическое применение и закрепление теоретических знаний.

Теоретические основы нейросетевых алгоритмов и алгоритм обратного распространения ошибки

Студенту нужно изучить понятия искусственного нейрона, структуры многослойных персептронов, и принципы работы нейронных сетей. Особое внимание следует уделить методу обратного распространения ошибки - алгоритму обучения, который использует градиенты для корректировки весов сети. Это включает понимание прямого прохода (forward propagation) для вычисления выхода сети, обратного прохода (backward propagation) для распространения ошибки и расчета градиентов, а также стохастического градиентного спуска для оптимизации сети. Необходимо освоить дифференцируемые активационные функции и их роль в обучении сети.

Неглубокие архитектуры нейронных сетей

Студенту следует ознакомиться с простыми архитектурами, такими как однослойные и многослойные персептроны (MLP), их возможностями и ограничениями. Это основа для понимания более сложных глубоких моделей. Важно изучить применение этих сетей для задач классификации и регрессии, а также понять, почему возникают проблемы при увеличении числа слоев (например, проблема затухающего градиента).

Глубокие нейронные сети: популярные архитектуры и применение

Следующий этап - изучение глубоких сетей, таких как сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN), трансформеры и их вариации. Здесь студент должен понять особенности этих архитектур, их преимущества и типичные задачи (например, CNN для анализа изображений, RNN и трансформеры для обработки текста и последовательностей). Не менее важно исследовать пример применения: классификация, сегментация, генерация данных и пр.

Генерация изображений по тексту

Студенту нужно изучить модели генеративного обучения, включая GAN (генеративно-состязательные сети) и трансформеры для генерации изображений по текстовому описанию. Это подразумевает понимание архитектуры и механизма работы таких моделей, а также навыки работы с датасетами и оценкой качества сгенерированных изображений (например, методами FID или Inception Score).

Генерация текста по изображениям

Для обратной задачи - генерации текста по изображениям - студент должен ознакомиться с архитектурами, сочетающими CNN для извлечения признаков изображения и RNN или трансформерами для генерации текста. Важно понять принципы обучения моделей на связках «изображение - описание» и способы улучшения качества генерируемого текста.

Что изучать самостоятельно

- Основы нейронных сетей: устройство, функции активации, обучение с учителем.
- Алгоритм обратного распространения ошибки и методы оптимизации (SGD и его модификации).
- Классические неглубокие архитектуры: MLP.
- Глубокие архитектуры: CNN, RNN, трансформеры, их устройство и применение.
- Принципы генеративных моделей: GAN, VAE, Attention-механизмы для генерации изображений и текста.
- Практические навыки работы с фреймворками (PyTorch, TensorFlow).
- Разбор и самостоятельное выполнение проектов по генерации изображений по тексту и текста по изображениям (например, с использованием DALL·E, CLIP, BLIP, и других моделей).

Такое построение самостоятельной работы обеспечит глубокое понимание основ и возможностей глубокого обучения, а также подготовит к практическому применению и исследовательской деятельности в этой области.

Изучение дисциплины "Глубокое обучение" включает выполнение лабораторных работ

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

1. Для дисциплины "Глубокое обучение" содержание курса включает изучение ключевых исследований и разработок, представленных в высокорейтинговых научных публикациях, включая конференции уровня А* и журналы первого уровня Белого списка научных журналов Минобрнауки России.

Конференции уровня А* по глубинному обучению:

1. NeurIPS (Conference on Neural Information Processing Systems)
2. ICML (International Conference on Machine Learning)
3. ICLR (International Conference on Learning Representations)
4. CVPR (Conference on Computer Vision and Pattern Recognition)

1.
 1. ACL (Association for Computational Linguistics) — для областей, связанных с обработкой естественного языка

Эти конференции считаются ведущими в области машинного обучения и глубокого обучения.

Журналы 1 уровня из Белого списка Минобрнауки России по теме искусственного интеллекта и глубокого обучения:

2. Journal of Machine Learning Research (JMLR)
3. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems
4. Pattern Recognition and Image Analysis
5. Neurocomputing

Также можно использовать журналы из списка РАН (Российская академия наук), которые включены в Белый список Минобрнауки

Источники с официальными списками:

- Официальный Белый список научных журналов Минобрнауки России (публикуется на сайте new.ras.ru)
- Сайты и сборники материалов конференций NeurIPS, ICML, ICLR, CVPR с открытым доступом к публикациям
- Российские ресурсы с обновленными списками конференций и журналов (например, scieditor.ru)

2. Предусмотрено участие ИТ-практиков в различных форматах обучения (лекции, семинары с ИТ-практиками, конкурсы, хакатоны, кейс-чемпионаты, мастер-классы, командные проектные задания и др.) и в качестве наставников. В программе должно быть предусмотрено изучение кейсов и реальных задач (проектов по разработке, внедрению, развитию цифровых технологий, ИТ-разработок и др.) из практического опыта ИП (кейсы для изучения, практической и проектной работы для каждого курса) в объеме не менее 1 кейса на 1 з.е. в рамках дисциплин, обеспечивающих формирование профессиональные и опережающие компетенции в сфере ИИ. ПРИМЕРЫ (ТЕМЫ) учебных кейсов, семинаров с ИТ-практиками (указать компании), хакатонов, кейс- чемпионатов, мастер-классов, проектных заданий и др.

Практико-ориентированность — лабораторные работы должны построены вокруг реальных задач: классификация сигналов, прогнозирование, обработка изображений, развертывание моделей.

3. Необходимо указать рекомендованные источники учебно-методической литературы из:

1. Компетенностно-ролевой модели

2. Карточки компетенций из Базовой модели профессий и компетенций Альянса ИИ:

<https://skills.a-ai.ru/education/methodology/models>

1. Kipf, T.N., Welling, M. Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks // ICLR. – 2017. Классическая статья о графовых свёрточных сетях (GCN). <http://velickovic.com>, P., Cucurull, G., Casanova, A., et al. Graph Attention Networks // ICLR. – 2018. Введение механизма внимания в GNN (GAT).
2. Zhou, J., Cui, G., Hu, S., et al. Graph Neural Networks: A Review of Methods and Applications // AI Open. – 2020. – Vol. 1. – P. 57–81.
3. Bronstein, M.M., Bruna, J., LeCun, Y., et al. Geometric Deep Learning: Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges – arXiv:2104.13478. – 2021. Фундаментальный труд по геометрическому глубокому обучению, включая GNN.
4. Hamilton, W.L. Graph Representation Learning – Morgan & Claypool, 2020. – 180 p. Обзор методов обучения представлений графов, включая GraphSAGE и GAT. <http://scarselli.com>, F., Gori, M., Tsoi, A.C., et al. The Graph Neural Network Model // IEEE Transactions on Neural Networks. – 2009. – Vol. 20, No. 1. – P. 61–80. Первая теоретическая работа по GNN.

4. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ССЫЛКА НА ЭЛЕКТРОННЫЙ КУРС - <https://elearning.volgatech.net/>

на платформе LMS Moodle (elearning.volgatech.net), интегрированного с федеральной платформой ГИС СЦОС online.edu.ru открытый образовательный портал (mooped.net) и ресурсы открытых образовательных платформ Яндекс-Практикум, Сберуниверситет:

1. Открытый образовательный портал mooped.net:

- На портале представлены программы по искусственному интеллекту и глубокому обучению в рамках проектов развития образовательных программ бакалавриата и магистратуры. Конкретных ссылок на отдельные курсы на главной странице mooped.net нет, но можно найти разделы с программами обучения по ИИ и смежным темам.

Ссылка: <https://mooped.net>

1. Яндекс.Практикум:

- Курс «Инженер по глубокому обучению нейросетей» — практико-ориентированный курс с изучением предобученных моделей и применением их к анализу текста и изображений.

Ссылка: <https://practicum.yandex.ru/deep-learning/>

1. Сберуниверситет:

- Курс по глубокому обучению и нейросетям доступен на платформе Сириус (проект Сберуниверситета) в рамках направления ИИ-технологий и машинного обучения.

Ссылка (образец): <https://edu.sirius.online/course/glybokoe-obuchenie>

Учебные материалы содержатся по следующим ссылкам:

1. <https://mooped.net/course/index.php?categoryid=38>
2. <https://hackr.io/blog/best-online-deep-learning-course>

1. <https://www.geeksforgeeks.org/gfg-academy/best-deep-learning-courses-online-with-certificates/>
2. <https://www.edx.org/learn/deep-learning>
3. <https://solutionsreview.com/business-intelligence/the-best-deep-learning-courses-and-online-training/>
4. <https://okursah.ru/s/yandex-praktikum/c/inzhener-po-glubokomu-obucheniyu-neyrosetey>
5. <https://sochisirius.ru/obuchenie/distant/smena1713>
6. <https://www.coursera.org/courses?query=deep+learning>
7. <https://practicum.yandex.ru/blog/deep-learning-cto-eto-i-gde-primenyaetsya/>
8. <https://edu.sirius.online/course/dlintro>

Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Глубокое обучение" является балльно-рейтинговый контроль.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Барский, А. Б. Логические нейронные сети [Электронный ресурс] / Барский А. Б. 2-е изд. Москва: ИНТУИТ, 2016. - 492 с. ISBN 978-5-94774-646-4.	https://e.lanbook.com/book/100630
2.	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ростовцев В. С. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 216 с. ISBN 978-5-507-46446-3.	https://e.lanbook.com/book/364517
3.	Нейросетевые технологии и прикладные модели машинного обучения в инфокоммуникациях [Текст] : практикум для направлений подготовки 11.04.02, 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", 09.03.02 "Информационные системы и технологии" / В. В. Овчинников, А. А. Кислицын, А. А. Елсуков [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет", 2024. - 82, [1] с. ISBN 978-5-8158-2421-8. Экземпляры: всего 2.	2 / https://portal.volgattech.net/books/Neyrosetevyye_tekhnologii_i_prikladnyye_modeli_mashinnogo_obucheniya_v_infokommunikatsiyakh_2025.pdf
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
3.	ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО/МЭК 22989:2022) "Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта"	https://base.garant.ru/71316515/
4.	ПНСТ 844-2023	https://meganorm.ru/mega_doc/norm/pnst_predvaritelnyj-nacionalnyj-

		standart/0/pnst_844-2023_predvaritelnyy_natsionalnyy_standart.html
5.	Christopher M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning"	https://www.changjiangcai.com/studynotes/2020-12-09-PRML-Bishop/
6.	Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville "Deep Learning" MIT Press. 2016.	https://www.deeplearningbook.org/
7.	Nielsen, M. A. (2015). Neural Networks and Deep Learning	http://neuralnetworksanddeeplearning.com/
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Открытый курс "Введение в глубокое обучение" на образовательном портале Яндекс.Практикум	https://practicum.yandex.ru/deep-learning/
2.	Курс "Deep Learning Specialization" от deeplearning.ai на платформе Coursera	https://www.coursera.org/specializations/deep-learning
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	316 (III)	Персональный компьютер 3 Safe RAY S333 (17), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, AnyLogic 7

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
 - умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
 - умение применять теоретические знания при решении практических заданий.
- Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Объясните принцип работы алгоритма обратного распространения ошибки. Как рассчитываются градиенты в нейронной сети?
2. Сравните неглубокие и глубокие нейронные сети. В чём основные преимущества глубоких архитектур?
3. Опишите архитектуру сверточной нейронной сети (CNN). Для каких задач она наиболее эффективна?
4. Что такое генерация изображений по тексту? Назовите современные модели, применяемые для решения этой задачи.
5. Расскажите об обучении с подкреплением и его связи с глубоким обучением. Приведите пример задачи, решаемой с использованием данного подхода.

Примерные тестовые задания:

1. Что такое нейрон в искусственной нейронной сети?
 - a) Активный элемент, вычисляющий линейную сумму сигналов и применяющий функцию активации
 - b) Устройство для хранения данных
 - c) Способ передачи информации по интернету
 - d) Алгоритм сортировки
2. Что измеряет функция потерь в обучении нейронных сетей?
 - a) Точность модели
 - b) Разницу между предсказанными и истинными значениями
 - c) Скорость обучения
 - d) Количество слоёв сети
3. Что такое обратное распространение ошибки (backpropagation)?
 - a) Процесс обновления весов в сети на основе градиентов ошибки
 - b) Метод нормализации данных
 - c) Техника увеличения объема данных
 - d) Способ структурирования данных
4. Какая функция активации часто используется в глубоких сетях?
 - a) ReLU
 - b) Сигмоида
 - c) Тангенс
 - d) Линейная
5. Чем отличается неглубокая нейронная сеть от глубокой?
 - a) Количеством слоёв
 - b) Используемым типом данных
 - c) Назначением сети
 - d) Скоростью вычислений
6. Какие архитектуры относятся к неглубоким нейронным сетям?
 - a) MLP с одним скрытым слоем
 - b) Сверточные сети
 - c) Рекуррентные сети

d) Трансформеры

7. Для каких задач лучше подходят глубокие сверточные нейронные сети (CNN)?
 - a) Обработка изображений
 - b) Классификация текстов
 - c) Математические вычисления
 - d) Анализ временных рядов
8. Какой компонент CNN отвечает за уменьшение размерности данных?
 - a) Pooling (пулинг)
 - b) Полносвязный слой
 - c) Функция активации
 - d) Входной слой
9. Что такое трансформер в архитектуре глубоких сетей?
 - a) Модель, основанная на механизме внимания (attention)
 - b) Устройство для изменения напряжения
 - c) Классический алгоритм обучения
 - d) Метод предобучения
10. Какой слой в нейронных сетях отвечает за обработку последовательных данных?
 - a) LSTM
 - b) Сверточный слой
 - c) Выходной слой
 - d) Пулинг
11. Для чего используется функция softmax?
 - a) Преобразует выходные данные в вероятности
 - b) Нормализует данные для улучшения обучения
 - c) Обработывает изображения
 - d) Усиливает сигнал в сети
12. Что означает термин "генерация изображений по тексту"?
 - a) Создание изображений на основе текстового описания
 - b) Распознавание текста на изображениях
 - c) Извлечение текста из изображений
 - d) Сжатие изображений
13. Какую архитектуру часто применяют для генерации изображений?
 - a) GAN (генеративно-состязательные сети)
 - b) RNN
 - c) Логистическая регрессия
 - d) MLP
14. Что такое image captioning?
 - a) Генерация текстового описания к изображению
 - b) Классификация изображений
 - c) Улучшение качества изображения
 - d) Сжатие изображений
15. Какая архитектура отвечает за генерацию текста по изображениям?
 - a) CNN+LSTM
 - b) CNN+GAN
 - c) MLP

d) RNN без LSTM

16. Что представляет собой обучение с подкреплением?
 - a) Обучение агента через взаимодействие со средой, получая награды
 - b) Обучение без использования меток
 - c) Обучение с использованием помеченных данных
 - d) Ручная настройка параметров модели
17. Чем отличается обучение с подкреплением от обучения с учителем?
 - a) Нет фиксированных меток, агент учится самостоятельно
 - b) Учатся на заранее помеченных данных
 - c) Используются только линейные модели
 - d) Не используется функция потерь
18. Что такое "self-supervised learning"?
 - a) Метод обучения с использованием самой структуры данных без меток
 - b) Метод обучения с большим числом меток
 - c) Тренировка на размеченных данных
 - d) Режим обучения с частичным подключением
19. Как VR/AR технологии интегрируются с глубоким обучением в обучающих системах?
 - a) Для создания интерактивных и адаптивных обучающих сред
 - b) Для записи лекций
 - c) Для дистанционного просмотра видео
 - d) Для хранения данных
20. Для чего используется аудио-генерация в мультимедийных системах глубокого обучения?
 - a) Для синтеза речи и обработки звуковых сигналов
 - b) Для преобразования текста в изображения
 - c) Для создания видео
 - d) Для сжатия аудиофайлов
21. Что лучше всего подходит для работы с последовательными данными?
 - a) LSTM и GRU
 - b) Полносвязные слои
 - c) Сверточные слои
 - d) Автокодировщики
22. Каковы основные преимущества LSTM перед обычными RNN?
 - a) Уменьшение проблемы затухающего градиента
 - b) Быстрота обучения
 - c) Меньшее количество параметров
 - d) Отсутствие ошибок
23. Что такое transfer learning?
 - a) Использование предобученных моделей для решения новых задач
 - b) Обучение модели с нуля
 - c) Адаптация данных
 - d) Метод сжатия моделей
24. В каком случае применение transfer learning особенно эффективно?
 - a) Мало данных для обучения в новой задаче

- b) Большой объем размеченных данных
 - c) При работе с видео
 - d) При отсутствии интернета
25. Какой из перечисленных методов является примером обучения без учителя?
- a) Кластеризация
 - b) Классификация
 - c) Регрессия
 - d) Обучение с подкреплением
26. Что такое функция активации ReLU?
- a) Функция, возвращающая вход, если он положителен, и ноль в противном случае
 - b) Сигмоидальная функция
 - c) Линейная функция
 - d) Функция softmax
27. Почему важна регуляризация в глубоком обучении?
- a) Для предотвращения переобучения
 - b) Для ускорения обучения
 - c) Для увеличения точности на обучающем наборе
 - d) Для уменьшения сложности модели
28. Чем отличается GAN от обычной нейросети?
- a) GAN состоит из двух состязающихся сетей — генератора и дискриминатора
 - b) GAN — однослойная сеть
 - c) GAN работает только с текстом
 - d) GAN не требует обучения
29. Что такое attention в сетях трансформеров?
- a) Механизм выделения релевантной информации при обработке данных
 - b) Процесс обучения сети
 - c) Вид нормализации
 - d) Алгоритм оптимизации
30. Какой метод помогает улучшить качество текста, генерируемого моделью?
- a) Beam search
 - b) Стохастический градиентный спуск
 - c) Функция активации ReLU
 - d) Пулинг
31. Для чего используется batch normalization?
- a) Для стабилизации и ускорения обучения
 - b) Для уменьшения размера модели
 - c) Для увеличения числа слоев
 - d) Для снижения яркости изображения
32. Как происходит генерация текста в моделях с рекуррентными сетями?
- a) Поэтапно, на основе предыдущих слов
 - b) Одновременно для всего текста
 - c) Случайным образом
 - d) Без использования истории
33. Что характеризует глубокую сверточную нейронную сеть?
- a) Многочисленные сверточные и подвыборочные слои

- b) Один скрытый слой
 - c) Отсутствие функций активации
 - d) Отсутствие новых слоёв
34. Что такое dropout?
- a) Техника регуляризации, случайно отключающая нейроны во время обучения
 - b) Функция активации
 - c) Метод оптимизации
 - d) Тип слоя
35. Что означает термин "feature map" в CNN?
- a) Результат применения фильтра свёртки к изображению
 - b) Входное изображение
 - c) Выходной слой сети
 - d) Набор параметров модели
36. Какую задачу решают GRU-сети?
- a) Обработку последовательных данных с уменьшенной сложностью по сравнению с LSTM
 - b) Классификацию изображений
 - c) Генерацию текста без истории
 - d) Ускорение обучения
37. Какой из следующих методов не является примером методов обучения с подкреплением?
- a) Q-learning
 - b) K-means
 - c) SARSA
 - d) Policy gradient
38. Что характерно для обучения с подкреплением?
- a) Обучение с использованием награды за действие
 - b) Обучение на заранее размеченных данных
 - c) Кластеризация данных
 - d) Обучение с помощью функции обратного распространения
39. В чём преимущество self-supervised learning?
- a) Возможность обучения на неразмеченных данных благодаря использованию заменяющих задач
 - b) Использование помеченных данных
 - c) Ускорение сегментации
 - d) Увеличение точности классификации
40. В чём состоит суть transfer learning? (Решённый вопрос с комментарием)
- a) Повторное использование модели, обученной для одной задачи, для решения другой, связанной задачи
 - b) Полное переобучение модели с нуля
 - c) Извлечение признаков из данных без обучения модели
 - d) Использование модели без изменения для любой задачи

Ответ и комментарий к вопросу 40:

Правильный ответ: **а) Повторное использование модели, обученной для одной задачи,**

для решения другой, связанной задачи

Комментарий:

Transfer learning (передача обучения) — это методика в глубоком обучении, когда модель, обученная на большой универсальной выборке для одной задачи (например, классификация изображений), используется в качестве основы для решения другой задачи, имеющей схожую природу, но с меньшим количеством данных. Это повышает качество, сокращает время обучения и ресурсы, позволяя быстро адаптировать модель под новую задачу. Также transfer learning часто предполагает дообучение (fine-tuning) предобученной модели на целевой задаче с помощью небольшого объема данных.

Приложение 1.

Пример решения кейса

Разбор решения кейса 2: Сравнение производительности неглубоких и глубоких архитектур нейросетей

Кейс 2: Сравнение производительности неглубоких и глубоких архитектур нейросетей

Задача:

Проектирование, обучение и сравнение двух моделей для задачи классификации изображений: неглубокая многослойная перцептронная сеть (MLP) и глубокая сверточная нейронная сеть (CNN). Оценить точность, время обучения и устойчивость к переобучению.

Решение

Этап 1: Анализ задачи и выбор данных

Для классификации выбирается стандартный набор данных, например, MNIST (рукописные цифры) или CIFAR-10 (цветные изображения 10 классов), который широко используется для обучения и тестирования моделей.

Литература:

1. Goodfellow et al. "Deep Learning", гл. 6 (Обзор задач классификации и наборов данных).

Этап 2: Построение и обучение неглубокой модели (MLP)

1. Модель состоит из входного слоя, одного или двух скрытых слоев с активацией ReLU и выходного слоя с softmax.
2. Обучение с использованием стохастического градиентного спуска (SGD) или Adam.
3. Параметры: количество нейронов, скорость обучения, количество эпох.

Литература:

1. Stanford CS231n Lecture Notes (раздел MLP) — описание архитектуры и методов обучения нейронных сетей

Этап 3: Построение и обучение глубокой сверточной нейронной сети (CNN)

1. Сеть включает несколько сверточных слоев с фильтрами 3x3, слои подвыборки (пулинг),

полносвязные слои и softmax на выходе.

2. Используются техники регуляризации: dropout, batch normalization.
3. Обучение с Adam, контроль гиперпараметров.

Литература:

1. Goodfellow et al., "Deep Learning", гл. 9 (Сверточные нейронные сети).
2. Документация TensorFlow и PyTorch по построению CNN.

Этап 4: Сравнение и анализ результатов

1. Измеряются точность классификации на тренировочном и тестовом наборах.
2. Время тренировки для каждой модели.
3. Анализ признаков переобучения (разница точности на обучающем и тестовом).
4. Визуализация фильтров и активаций CNN для интерпретации работы глубоких слоев.

Литература:

1. Карпов А.В. "Методы глубокого обучения" (деление на тренировочные и тестовые наборы, переобучение)
2. Stanford CS231n (визуализация и анализ CNN).

Выводы:

1. Глубокая CNN показывает значительно лучшую точность и обобщающую способность по сравнению с неглубокой MLP, особенно при работе с изображениями с пространственной структурой.
2. Неглубокая сеть быстрее в обучении, но подвержена недообучению и ограничена в способности выделять сложные признаки.
3. Для задач с большим объемом данных и сложной структурой (изображения, видео) глубокие архитектуры являются предпочтительными.
4. Регуляризация и тщательный подбор гиперпараметров обязательны для предотвращения переобучения.

Использованная литература:

1. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. Deep Learning. 2016. — Chapter 6, 9.
2. Stanford CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, <http://cs231n.stanford.edu/>
3. TensorFlow Tutorials: <https://www.tensorflow.org/tutorials/images/cnn>
4. PyTorch Tutorials: https://pytorch.org/tutorials/beginner/blitz/cifar10_tutorial.html
5. Карпов А.В., Методы глубокого обучения, 2020.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы сгруппированы по темам:

Теоретические основы нейросетевых алгоритмов. Градиенты и обратное распространение ошибки

6. Что такое нейронная сеть и из каких основных компонентов она состоит?
7. Опишите процесс обучения нейронной сети с использованием градиентного спуска.
8. Что такое функция активации и какую роль она играет?
9. Как работает алгоритм обратного распространения ошибки?
10. Почему важен расчет градиента ошибки при обучении нейронной сети?

Неглубокие архитектуры нейронных сетей

11. Что такое многослойный перцептрон (MLP)?
12. Чем отличаются одномерные и многомерные нейронные сети?
13. Какие ограничения имеют неглубокие сети по сравнению с глубокими?
14. Для каких задач чаще всего применяются неглубокие сети?
15. Что такое переобучение и как его можно контролировать?

Глубокие нейронные сети. Популярные архитектуры, их применение

16. Что такое глубокая нейронная сеть?
17. Назовите и кратко охарактеризуйте популярные архитектуры глубоких сетей (CNN, RNN, Transformer).
18. В чем преимущество сверточных нейронных сетей (CNN) при работе с изображениями?
19. Как сети Transformer применяются в обработке текста?
20. Какие области применения глубоких нейросетей можно выделить?

Генерация изображений по тексту

21. Что такое генерация изображений по текстовому описанию (text-to-image)?
22. Какие алгоритмы или модели применяются для text-to-image генерации?
23. Какие проблемы характерны для генерации изображений по тексту?

Генерация текста по изображениям

24. Что представляет собой задача генерации текста по изображениям (image captioning)?
25. Какие модели нейронных сетей обычно используются для image captioning?
26. Как можно оценить качество сгенерированного текста?

Обучение с подкреплением и его связь с глубоким обучением

27. Что такое обучение с подкреплением (reinforcement learning)?
28. Какая связь между глубоким обучением и обучением с подкреплением?
29. Что такое агент, среда и функция награды в обучении с подкреплением?

Самостоятельное обучение и обучение без учителя

30. Чем отличается обучение без учителя от обучения с учителем?
31. Какие задачи решают методы кластеризации в контексте обучения без учителя?

32. Что такое самообучение (self-supervised learning)?

Применение VR/AR в обучающих системах с глубоким обучением

33. Как технологии VR/AR интегрируются с глубинным обучением для образовательных целей?

34. Какие преимущества дают VR/AR технологии в обучении сложным темам?

Обработка и генерация аудио

35. Какие архитектуры нейронных сетей используют для обработки и генерации аудиосигналов?