

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2025 12:21:37
Уникальный программный ключ:
sa953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Факультет физико-математических и естественных наук**
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ, БОЛЬШИЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение» входит в программу бакалавриата «Фундаментальная информатика и информационные технологии» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 7 семестре 4 курса. Дисциплину реализует Кафедра математического моделирования и искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 8 разделов и 37 тем и направлена на изучение компетенций в области разработки и использования современных методов глубокого обучения, включая CNN, RNN, Transformer-модели и LLM, а также на освоение навыков промпт-инжиниринга, fine-tuning, оценки качества и развертывания моделей для решения задач обработки естественного языка, компьютерного зрения и других прикладных областей, с учетом этических аспектов и вопросов ответственности.

Целью освоения дисциплины является сформировать у студентов углубленное понимание принципов работы, архитектур и возможностей современных методов глубокого обучения, с акцентом на большие языковые модели (LLM), а также развить навыки практического применения этих технологий для решения актуальных задач в различных областях.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен разрабатывать и отлаживать программный код	ПК-1.1 Знает основы программирования; современные объектно-ориентированные языки программирования; современные структурные языки программирования; языки современных бизнес-приложений; ПК-1.2 Умеет кодировать на языках программирования; тестировать результаты кодирования; ПК-1.3 Владеет навыками разработки кода информационной системы; навыками верификации кода информационной системы;
ПК-2	Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ПК-2.1 Знает инструменты и методы разработки архитектуры, проектирования и дизайна информационных систем; инструменты верификации программного кода; ПК-2.2 Умеет проектировать и верифицировать архитектуру информационной системы; кодировать на языках программирования; тестировать результаты кодирования; ПК-2.3 Владеет инструментами и методами проектирования и верификации архитектуры информационной системы, разработки и верификации структуры программного кода информационной системы;
ПК-4	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-4.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий; принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; ПК-4.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		собственной научно-исследовательской деятельности; ПК-4.3 Владеет базовыми навыками подготовки научных обзоров и (или) публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение» относится к блоку по выбору блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен разрабатывать и отлаживать программный код	Технологии искусственного интеллекта; Теория автоматизации и управления; Введение в обучение с подкреплением; Машинное обучение в телекоммуникациях; Методы искусственного интеллекта; Основы теории систем; <i>Компьютерный практикум по моделированию**</i> ; <i>Компьютерный практикум по информационным технологиям**</i> ; Архитектура компьютеров и операционные системы; Цифровая грамотность, основы программирования; Цифровая грамотность, технология программирования; Алгоритмы машинной графики и обработки изображений; Стохастический анализ беспроводных сетей; Программная инженерия; Компьютерная алгебра; Введение в анализ и визуализацию данных; Компьютерная геометрия; <i>Practicum in Artificial Intelligence**</i> ; Основы машинного обучения и нейронные сети;	Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика; Научно-исследовательская работа;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-2	Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	Технологии искусственного интеллекта; Теория автоматизации и управления; Введение в обучение с подкреплением; Машинное обучение в телекоммуникациях; Основы теории систем; Цифровая грамотность, основы программирования; Цифровая грамотность, технология программирования; Алгоритмы машинной графики и обработки изображений; Стохастический анализ беспроводных сетей; Программная инженерия;	Технологическая (проектно-технологическая) практика; Преддипломная практика;
ПК-4	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Теория автоматизации и управления; Основы теории массового обслуживания; Интеллектуальные методы разделения сетевых ресурсов; Машинное обучение в телекоммуникациях; Методы обучения и адаптации больших языковых моделей; Методы искусственного интеллекта; Основы теории систем; <i>Компьютерный практикум по моделированию**;</i> <i>Компьютерный практикум по информационным технологиям**;</i> Программная инженерия; <i>Computer Skills for Scientific Writing**;</i> <i>Иностранный язык в профессиональной деятельности**;</i> <i>Русский язык (как иностранный) в профессиональной деятельности**;</i>	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		36
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	63		63
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Основы глубокого обучения	1.1	Введение в машинное обучение и глубокое обучение. • Основные понятия машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением. • Отличия глубокого обучения от классических методов машинного обучения. • История развития глубокого обучения. • Области применения глубокого обучения.	ЛК, СЗ
		1.2	Фундаментальные концепции нейронных сетей. • Персептрон и многослойный персептрон (MLP). • Функции активации: сигмоида, ReLU, tanh и их свойства. • Архитектура нейронных сетей: слои, нейроны, веса, смещения. • Процесс прямого распространения (forward propagation).	ЛК, СЗ
		1.3	Обучение нейронных сетей. • Функции потерь (loss functions): MSE, cross-entropy. • Градиентный спуск и его разновидности: SGD, Adam, RMSprop. • Обратное распространение ошибки (backpropagation). • Регуляризация: L1, L2, dropout.	ЛК, СЗ
		1.4	Платформы и инструменты для глубокого обучения. • Обзор популярных фреймворков: TensorFlow, PyTorch, Keras. • Использование GPU для ускорения обучения. • Библиотеки для предобработки данных: NumPy, Pandas. • Инструменты визуализации: TensorBoard, Matplotlib.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Сверточные нейронные сети (CNN)	2.1	Архитектура сверточных нейронных сетей. • Сверточные слои: фильтры, stride, padding. • Пулинг-слои: max pooling, average pooling. • Слои активации и нормализации. • Соединение сверточных слоев с полносвязными слоями.	ЛК, СЗ
		2.2	Принципы работы сверточных слоев. • Обнаружение признаков на различных уровнях абстракции. • Инвариантность к сдвигам и масштабам. • Рецептивное поле нейрона. • Механизмы уменьшения размерности.	ЛК, СЗ
		2.3	Популярные архитектуры CNN. • LeNet, AlexNet, VGGNet, ResNet, Inception.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			- Использование предварительно обученных моделей (transfer learning). - Тонкая настройка (fine-tuning) моделей.	
		2.4	Применение CNN для задач компьютерного зрения. - Классификация изображений. - Обнаружение объектов. - Сегментация изображений. - Генерация изображений (GAN).	ЛК, СЗ
Раздел 3	Рекуррентные нейронные сети (RNN) и последовательности	3.1	Архитектура рекуррентных нейронных сетей. - Принцип работы RNN: раскрытие во времени. - Проблема исчезающего и взрывающегося градиента. - Варианты RNN: LSTM, GRU. - Двунаправленные RNN.	ЛК, СЗ
		3.2	Работа с последовательностями. - Представление текстовых данных: токенизация, эмбединг и слов (Word2Vec, GloVe). - Обработка последовательностей переменной длины. - Padding и masking. - Использование рекуррентных сетей для прогнозирования временных рядов.	ЛК, СЗ
		3.3	Применение RNN для обработки естественного языка (NLP). - Языковое моделирование. - Машинный перевод. - Классификация текста. - Генерация текста.	ЛК, СЗ
		3.4	Sequence-to-sequence модели. - Архитектура Encoder-Decoder. - Механизмы внимания (Attention mechanism). - Применение sequence-to-sequence моделей для машинного перевода и диалоговых систем.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Трансформеры и большие языковые модели (LLM)	4.1	Архитектура Transformer. - Механизм самовнимания (Self-Attention). - Multi-Head Attention. - Encoder и Decoder блоки. - Позиционное кодирование (Positional Encoding).	ЛК, СЗ
		4.2	Обучение и масштабирование LLM. - Предварительное обучение (Pre-training) на больших объемах текстовых данных. - Использование masked language modeling (MLM) и causal language modeling. - Методы оптимизации для больших моделей. - Параллельное обучение на нескольких GPU/TPU.	ЛК, СЗ
		4.3	популярные архитектуры LLM.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			• BERT, GPT, DeepSeek, T5, BART, LLaMA, PaLM. • Сравнение различных архитектур и их особенностей. • Использование предварительно обученных моделей. • Fine-tuning LLM для конкретных задач.	
		4.4	Применение LLM. • Генерация текста (креативное письмо, контент для социальных сетей, код). • Ответы на вопросы (Knowledge Retrieval, Reading Comprehension). • Анализ тональности текста (Sentiment Analysis). • Машинный перевод. • Создание диалоговых систем (chatbots). • Извлечение информации (Information Extraction). • Классификация и категоризация текста. • Автоматическое реферирование (Text Summarization).	ЛК, СЗ
		4.5	Промпт-инжиниринг (Prompt Engineering). • Основы промпт-инжиниринга: составление эффективных запросов. • Различные типы промптов: Zero-shot, One-shot, Few-shot prompting. • Методы улучшения качества генерации: Chain-of-Thought, Tree of Thoughts. • Итеративное уточнение промптов и отладка.	ЛК, СЗ
		4.6	Оценка и метрики качества LLM. • Perplexity, BLEU, ROUGE, METEOR. • Человеческая оценка (Human Evaluation). • Оценка адекватности, релевантности, логичности и стилистической правильности. • Проведение A/B-тестирования.	ЛК, СЗ
		4.7	Fine-tuning LLM для специализированных задач. • Выбор подходящего набора данных для fine-tuning. • Методы адаптации LLM к новым задачам: LoRA, Prefix-tuning. • Оценка влияния fine-tuning на performance модели. • Предотвращение переобучения (overfitting) при fine-tuning.	ЛК, СЗ
		4.8	Этика и ответственность в использовании LLM. • Проблемы предвзятости в данных и моделях. • Риски генерации дезинформации и фейковых новостей. • Этические аспекты использования LLM в различных областях. • Разработка ответственных алгоритмов и политик использования LLM. • Обнаружение и смягчение токсичного контента.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 5	Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)	5.1	Основы обучения с подкреплением. • Основные понятия: агент, среда, состояние, действие, награда. • Марковские процессы принятия решений (MDP). • Функции ценности (Value Functions) и стратегии (Policies).	ЛК, СЗ
		5.2	Алгоритмы обучения с подкреплением. • Q-Learning, SARSA. • Deep Q-Networks (DQN). • Policy Gradient методы: REINFORCE, A2C, PPO.	ЛК, СЗ
		5.3	Применение обучения с подкреплением. • Игры: Atari, Go. • Робототехника. • Управление ресурсами. • Оптимизация бизнес-процессов.	ЛК, СЗ
		5.4	Обучение с подкреплением и большие языковые модели. • Использование LLM в качестве reward models. • Обучение LLM для диалоговых систем с использованием RL. • RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback).	ЛК, СЗ
Раздел 6	Самоконтролируемое обучение (Self-Supervised Learning)	6.1	Основы самоконтролируемого обучения. • Идея самоконтролируемого обучения: создание псевдо-меток из неразмеченных данных. • Преимущества самоконтролируемого обучения. • Различные подходы к самоконтролируемому обучению.	ЛК, СЗ
		6.2	Самоконтролируемое обучение в NLP. • Masked Language Modeling (MLM), Next Sentence Prediction (NSP). • Contrastive Learning. • Применение самоконтролируемого обучения для улучшения performance LLM.	ЛК, СЗ
		6.3	Самоконтролируемое обучение в компьютерном зрении. • Rotation Prediction, Jigsaw Puzzle Solving. • Contrastive Learning (SimCLR, MoCo). • Применение самоконтролируемого обучения для улучшения performance CNN.	ЛК, СЗ
		6.4	Мультимодальное самоконтролируемое обучение. • Обучение моделей на основе связей между текстом и изображениями. • Применение мультимодального обучения для создания более мощных и универсальных моделей.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 7	Развертывание и масштабирование моделей глубокого обучения	7.1	Оптимизация моделей для развертывания. • Квантизация (Quantization). • Прунинг (Pruning). • Дистилляция знаний (Knowledge Distillation).	ЛК, СЗ
		7.2	Развертывание моделей на различных платформах. • Развертывание на CPU, GPU и TPU. • Развертывание на мобильных устройствах и встроенных системах. • Использование облачных сервисов для развертывания моделей.	ЛК, СЗ
		7.3	Масштабирование сервисов на основе глубокого обучения. • Использование контейнеризации (Docker) и оркестрации контейнеров (Kubernetes). • Автоматическое масштабирование (Auto-scaling). • Мониторинг и логирование.	ЛК, СЗ
		7.4	Безопасность моделей глубокого обучения. • Атаки на модели глубокого обучения (Adversarial Attacks). • Защита от атак. • Обеспечение конфиденциальности данных.	ЛК, СЗ
Раздел 8	Продвинутые темы и перспективы развития	8.1	Generative Adversarial Networks (GANs). • Принципы работы GANs: генератор и дискриминатор. • Архитектуры GANs: DCGAN, Conditional GAN, StyleGAN. • Применение GANs для генерации изображений, видео и других данных. • Проблемы обучения GANs и методы их решения.	ЛК, СЗ
		8.2	Графовые нейронные сети (GNNs). • Представление данных в виде графов. • Архитектуры GNNs: Graph Convolutional Networks (GCN), Graph Attention Networks (GAT). • Применение GNNs для анализа социальных сетей, молекулярной биологии и других задач.	ЛК, СЗ
		8.3	Мета-обучение (Meta-learning). • Обучение "учиться": быстрое обучение новым задачам. • Модели на основе памяти (Memory-augmented neural networks). • Применение мета-обучения для few-shot learning и zero-shot learning.	ЛК, СЗ
		8.4	Объяснимость моделей (Explainable AI - XAI). • Методы интерпретации решений моделей глубокого обучения. • Локальные и глобальные методы объяснения.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			- Важность объяснимости для доверия и ответственности. - Инструменты для XAI: LIME, SHAP.	
		8.5	Будущее глубокого обучения и больших языковых моделей. - Новые архитектуры и методы обучения. - Тенденции развития в области NLP и компьютерного зрения. - Влияние глубокого обучения на различные отрасли и общество.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, Яндекс Телемост. Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice.

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Гудфеллоу, Я., Бенджио, И., Курвиль, А. Глубокое обучение = Deep Learning / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвиль ; пер. с англ. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 652 с. – ISBN 978-5-97060-627-6.

2. Фостер, Д. Генеративное глубокое обучение: обучение машин живописи, письму, сочинению музыки и играм = Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play / Д. Фостер. – 2-е изд. – Москва : ДМК Пресс, 2023. – 304 с. – ISBN 978-5-94074-776-9.

Дополнительная литература:

1. Саттон, Р. С., Барто, Э. Г. Обучение с подкреплением: Введение = Reinforcement Learning: An Introduction / Р. С. Саттон, Э. Г. Барто. – 2-е изд. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://incompleteideas.net/book/the-book-2nd.html> (дата обращения: 15.01.2024).

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Знаниум» <https://znaniyum.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Глубокое обучение, большие языковые модели и их применение».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры
математического
моделирования и
искусственного интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Молодченков Алексей
Игоревич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность БУП

Подпись

Самуйлов Константин
Евгеньевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой
математического
моделирования и
искусственного интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Малых Михаил
Дмитриевич

Фамилия И.О.