

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2025 11:40:21
Уникальный программный ключ:
sa953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Факультет искусственного интеллекта
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАССОВО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ (GPU)

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

**02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,
09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)» входит в программу бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 6 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 26 тем и направлена на изучение формирования у студентов актуальных компетенций в области проектирования, разработки и оптимизации вычислительных процессов в задачах машинного обучения с использованием возможностей массового параллелизма — прежде всего на графических процессорах (GPU). Курс обеспечивает понимание принципов архитектуры GPU, параллельного программирования, инструментов ускорения вычислений (CUDA, OpenCL, современные ML-фреймворки), особенностей развертывания и эффективной эксплуатации ИИ-моделей в высокопроизводительных вычислительных средах.

Целью освоения дисциплины является научить студентов использовать приемы массово-параллельных вычислений для эффективной реализации и масштабирования ML-задач; владеть инструментарием для программирования GPU, оптимизировать вычисления и грамотно интегрировать параллельные решения в собственные проекты машинного обучения, что критически важно для современных AI-задач, работы с большими данными и deep learning.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)» 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 создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач	ПК-1.1 Может выбирать подходящий алгоритм машинного обучения и архитектуру нейронных сетей для конкретной задачи, учитывая особенности данных и требования к решению; ПК-1.2 Демонстрирует навыки обработки, представления и анализа данных для построения моделей машинного обучения; ПК-1.3 Владеет методами создания и обучения моделей с использованием различных алгоритмов и архитектур; ПК-1.4 Умеет оценивать соблюдение методологии разработки различных моделей машинного обучения, архитектур нейронных сетей и алгоритмов, анализировать качество моделей и разрабатывать стратегии для улучшения качества моделей; ПК-1.5 Владеет методами контроля общего выполнения проекта по созданию различных моделей машинного обучения, архитектур нейронных сетей и алгоритмов;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)».

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 создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач	Методы машинного обучения; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Параллельное и распределенное программирование; Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; <i>Цифровые двойники**;</i> <i>Основы больших языковых моделей**;</i> <i>Основы робототехники**;</i>	Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика (производственная); Прикладные задачи машинного обучения; Основы глубокого обучения; Оптимизация моделей машинного обучения; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; <i>Анализ временных рядов**;</i> <i>Информационный поиск**;</i> <i>Генеративные модели**;</i> <i>Обработка сигналов**;</i>

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)» составляет «3» 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)
			6
Контактная работа, ак.ч.	51		51
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	17		17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	57		57
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

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	Архитектура GPU, основы параллельных вычислений и их роль в ML	1.1	Введение в массово-параллельные вычисления. Различие CPU и GPU-подходов	ЛК
		1.2	Архитектура современных GPU, многопоточность и многозадачность	ЛК
		1.3	Преимущества, ограничения и сферы применения GPU в Machine Learning	ЛК
		1.4	История развития GPU. Кейсы перехода от CPU к GPU в индустрии	СЗ
		1.5	Обсуждение схем параллелизма в современных ML-фреймворках	СЗ
		1.6	Сравнение задач и вычислительных паттернов, которые выигрывают от массового параллелизма	СЗ
		1.7	Обзорный эксперимент: сравнение времени обучения простой ML-модели на CPU и GPU	ЛР
		1.8	Знакомство с CUDA: запуск и анализ элементарных параллельных программ ("Hello, GPU!")	ЛР
Раздел 2	Инструменты параллельного программирования для ML (CUDA, OpenCL, ML-фреймворки)	2.1	Основы программирования на CUDA: модель потоков, память, ядра	ЛК
		2.2	OpenCL и кроссплатформенное параллельное программирование	ЛК
		2.3	Использование GPU в популярных ML-библиотеках (PyTorch, TensorFlow, JAX)	ЛК
		2.4	Разбор синтаксиса и типичных ошибок CUDA/OpenCL	СЗ
		2.5	Кейсы оптимизации кода под GPU	СЗ
		2.6	Обсуждение поддержки GPU и TPU в популярных ML-фреймворках	СЗ
		2.7	Реализация и оптимизация базовых векторных и матричных операций на CUDA	ЛР
		2.8	Переписывание простого циклического алгоритма обработки данных под массово-параллельный подход	ЛР
		2.9	Запуск и профилирование обучения нейросети на GPU в TensorFlow/PyTorch (на стандартном датасете)	ЛР
Раздел 3	Продвинутая оптимизация, мультинодовое обучение, тренды и практические применения	3.1	Оптимизация вычислений для глубокого обучения: батчинг, mixed precision, профилирование	ЛК
		3.2	Мультинодовое (distributed) обучение: основы Data Parallel/Model Parallel, Horovod, NCCL	ЛК
		3.3	Современные тренды: edge-вычисления, inference optimization, экологический аспект массовых вычислений	ЛК
		3.4	Практические проблемы: узкие места и типовые "бутылочные горлышки" при обучении на GPU	СЗ
		3.5	Эффективное развертывание ML-сервисов на кластере с несколькими GPU	СЗ
		3.6	Обсуждение перспектив: новые ускорители (TPU, NPUs), будущее массово-параллельных ML-вычислений	
		3.7	Применение mixed precision training для ускорения deep learning-модели и анализа точности	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		3.8	Настройка и запуск параллельного обучения модели на нескольких GPU (с Horovod)	ЛР
		3.9	Мини-проект: оптимизация inference (вывода) обученной ML-модели на GPU с использованием фреймворков типа TensorRT	ЛР

* - 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.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 25 шт.), 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.	

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA:

Учеб. пособие / А. В. Боресков и др. Предисл.: В. А. Садовничий. – 2-е издание. – М.: Издательство Московского университета, 2015. – 336 с., илл. – (Серия «Суперкомпьютерное образование») ISBN 978-5-19-011058-6
Дополнительная литература:

1. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA: учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02916-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/415311>

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://znanium.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 «Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU)».

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

РАЗРАБОТЧИК:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.