

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2025 12:22:08
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

(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 «Оптимизация моделей машинного обучения» входит в программу бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 7 семестре 4 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 3 разделов и 40 тем и направлена на изучение формирования у студентов глубокого понимания теоретических и практических аспектов поиска наилучших параметров моделей ML. Курс охватывает роль оптимизации в построении и обучении моделей, алгоритмы градиентного спуска, методы выбора и настройки гиперпараметров, вопросы поиска оптимальных решений в задачах регрессии, классификации, обучения с учителем и без учителя, а также современные подходы к ускорению и стабилизации обучения нейросетей.

Целью освоения дисциплины является научить студентов разбираться в принципах оптимизации моделей машинного обучения, выбирать и реализовывать рациональные методы поиска экстремумов и настройки параметров, диагностировать и устранять проблемы переобучения и локальных минимумов, а также грамотно применять инструменты балансировки между точностью, скоростью и сложностью моделей.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Оптимизация моделей машинного обучения» 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)
ОПК-3	Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	ОПК-3.1 Знает методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей; ОПК-3.2 Умеет соотносить знания в области программирования, интерпретацию прочитанного, определять и создавать информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем; ОПК-3.3 Имеет практический опыт применения разработки программного обеспечения;
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

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		моделей и разрабатывать стратегии для улучшения качества моделей;
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	ПК-2.2 Демонстрирует навыки анализа данных с использованием статистических методов и инструментов; ПК-2.3 Владеет методами работы с различными алгоритмами машинного обучения и глубокого обучения для решения различных задач;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Оптимизация моделей машинного обучения» 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 «Оптимизация моделей машинного обучения».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-3	Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	Эксплуатационная практика (производственная); Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная); Эксплуатационная практика (учебная); Прикладные задачи машинного обучения; Программирование на языке Python; Введение в базы данных; Hadoop, SPARK; Методы разработки решений на основе искусственного интеллекта (Git, Docker); Программирование на языке C++;	Прикладные задачи машинного обучения;
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	Эксплуатационная практика (производственная); Нейронные сети; Прикладные задачи машинного обучения; Методы машинного обучения; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Практикум по обработке естественного языка (NLP);	Преддипломная практика; Прикладные задачи машинного обучения; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; Анализ временных рядов**; Обработка сигналов**;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Параллельное и распределенное программирование; Массово-параллельные вычисления в машинном обучении (GPU); Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; <i>Цифровые двойники**</i> ; <i>Основы больших языковых моделей**</i> ; <i>Основы робототехники**</i> ;	
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	Статистические методы и первичный анализ данных; <i>Цифровые двойники**</i> ; <i>Основы больших языковых моделей**</i> ; Введение в базы данных; Нейронные сети; Программирование на языке Python; Hadoop, SPARK; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Лингвистические основы анализа естественного языка; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Введение в компьютерное зрение; Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; Программирование на языке C++; <i>Программирование на языке NodeJS**</i> ; <i>Программирование на языке Go**</i> ; <i>Основы робототехники**</i> ; Эксплуатационная практика (учебная); Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная); Эксплуатационная практика (производственная);	<i>Анализ временных рядов**</i> ; Практикум по обработке естественного языка (NLP); Проектирование и разработка систем компьютерного зрения; 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 «Оптимизация моделей машинного обучения» 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
Контактная работа, ак.ч.	80		80
Лекции (ЛК)	20		20
Лабораторные работы (ЛР)	20		20
Практические/семинарские занятия (СЗ)	40		40
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	37		37
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	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	Теоретические основы и классические методы оптимизации	1.1	Роль оптимизации в машинном обучении: постановка задачи, типы экстремумов	ЛК
		1.2	Функции потерь: виды, выбор и задачи в классификации/регрессии	ЛК
		1.3	Классические оптимизационные алгоритмы: градиентный спуск, его вариации	ЛК
		1.4	Проблемы ландшафта функции потерь: минимум, седла, плато, переобучение	ЛК
		1.5	Реализация и сравнение batch, stochastic и mini-batch gradient descent на синтетических данных	ЛР
		1.6	Применение и анализ функции потерь (MSE, cross-entropy) на разных задачах	ЛР
		1.7	Визуализация траекторий оптимизации и анализ сходимости	ЛР
		1.8	Практика выбора стартовых точек и диагностика сходимости	ЛР
		1.9	Постановка задачи оптимизации для разных типов моделей	СЗ
		1.10	Кейсы использования различных функций потерь	СЗ
		1.11	Обсуждение преимуществ и недостатков batch/SGD/mini-batch	СЗ
		1.12	Работа с плато и локальными минимумами: как выявлять и бороться	СЗ
		1.13	Разбор аналитических методов поиска экстремумов	СЗ
		1.14	Анализ примеров переобучения и плато на реальных данных	СЗ
		1.15	Диалог: роль оптимизации в успехе ML-проекта	СЗ
Раздел 2	Современные методы и настройка гиперпараметров	2.1	Современные оптимизаторы: Momentum, RMSprop, Adam	ЛК
		2.2	Регуляризация и борьба с переобучением: L1, L2, Dropout, Early stopping	ЛК
		2.3	Гиперпараметры: выбор, grid/random/bayesian search	ЛК
		2.4	Сравнение современных оптимизаторов на одной задаче	ЛР
		2.5	Внедрение регуляризации и Dropout на практике	ЛР
		2.6	Автоматизация поиска гиперпараметров с помощью GridSearchCV/Optuna	ЛР
		2.7	Сравнение эффективности современных оптимизаторов	СЗ
		2.8	Разбор сценариев борьбы с переобучением: что помогает, а что нет	СЗ
		2.9	Практика настройки гиперпараметров на реальном примере	СЗ
		2.10	Обсуждение удачных/неудачных случаев применения регуляризации	СЗ
		2.11	Групповая работа: построение пайплайна tuning	СЗ
		2.12	Критика автоматизации поиска (проблемы и ограничения)	СЗ
		2.13	Кейсы: оптимизация под ограниченные ресурсы	СЗ
Раздел 3	Продвинутые техники, ускорение, автоматизация и	3.1	Проблемы оптимизации в глубоких нейросетях: затухание/взрыв градиентов	ЛК
		3.2	Методы ускорения: learning rate scheduling, batch	ЛК

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
	мониторинг		normalization	
		3.3	Автоматизация и мониторинг: инструменты, best-practices, опыт индустрии	ЛК
		3.4	Внедрение learning rate scheduler на практике	ЛР
		3.5	Применение BatchNorm/LayerNorm и анализ стабильности	ЛР
		3.6	Настройка мониторинга (TensorBoard/MLflow) и автоматизации пайплайна оптимизации	ЛР
		3.7	Разбор задач оптимизации в глубоких нейросетях	СЗ
		3.8	Групповое обсуждение ускорения и автоматизации обучения моделей	СЗ
		3.9	Практика выбора стратегий ускорения	СЗ
		3.10	Анализ ошибок в автоматизации и мониторинге	СЗ
		3.11	Презентация мини-проектов: оптимизация и автоматизация пайплайна	СЗ
		3.12	Итоговая дискуссия: челленджи и перспективы оптимизации в современной индустрии	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.	
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	Аудитория для самостоятельной работы	

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. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. 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

Дополнительная литература:

1. Algorithms for Optimization. Mykel J. Kochenderfer, Tim A. Wheeler, 2019 (Алгоритмы оптимизации. Майкл Дж. Кохендерфер, Тим А. Уилер), 528, с ил стр., с ил.; ISBN 978-5-907144-76-7, 978-0-262-03942-0

2. Интернет-ресурс: <https://habr.com/ru/articles/813221/>

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 «Оптимизация моделей машинного обучения».

* - 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.