

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.05.2026 14:38:35  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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**

### **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **02.04.02 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):**

### **УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в программу магистратуры «Управление данными и искусственный интеллект» по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 2 разделов и 18 тем и направлена на изучение развитие у студентов глубоких знаний и практических навыков в современных численных и аналитических методах оптимизации, применяемых в машинном обучении, анализе данных, управлении большими вычислительными и интеллектуальными системами. Особый акцент делается на нетривиальные задачи оптимизации в условиях многомерности, ограничений, стохастики и больших данных, что выходит за рамки базовой математики и классических методов, освоенных в бакалавриате.

Целью освоения дисциплины является научить студентов выбирать, настраивать и реализовывать современные методы оптимизации для сложных задач анализа, проектирования и обучения интеллектуальных систем; разбираться в их сходимости, эффективности и ограничениях, уметь адаптировать алгоритмы под реальные инженерные и исследовательские задачи, обеспечивать устойчивость решений и интерпретировать результаты оптимизации в ML/AI-проектах.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Методы оптимизации» 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)
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности; УК-2.3 Имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности;
ОПК-2	Способен применять компьютерные / суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Умеет анализировать типовые языки программирования, составлять программы; ОПК-2.3 Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникации;
ОПК-3	Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования	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 и разработки программного обеспечения, тестирования программных продуктов;
ПК-1	Способен разрабатывать и применять алгоритмы интеллектуальной обработки данных для решения задач профессиональной деятельности	ПК-1.2 Умеет модифицировать алгоритмы интеллектуальной обработки данных;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации» 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 «Методы оптимизации».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная); Правовые основы использования искусственного интеллекта; Прикладная статистика и анализ данных;	Управление проектами в сфере искусственного интеллекта;
ОПК-2	Способен применять компьютерные / суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности	Методы машинного обучения (продвинутый курс); Программирование на языке C++ (продвинутый курс); Компьютерное зрение; Глубокое обучение в компьютерном зрении; Глубокое обучение для NLP;	
ОПК-3	Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования	Прикладная статистика и анализ данных; Глубокое обучение для NLP; SQL и NoSQL базы данных; Глубокое обучение в компьютерном зрении;	
ПК-1	Способен разрабатывать и применять алгоритмы интеллектуальной обработки данных для решения задач профессиональной деятельности	Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная); Глубокое обучение для NLP; Обработка мультимодальных данных**; Методы анализа и хранения больших данных; Современные устройства центров обработки больших данных**; Искусственный интеллект по отраслям**; Вайб-кодинг**;	Преддипломная практика; Искусственный интеллект и интернет вещей**; Генеративный искусственный интеллект;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы оптимизации» 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)
			3
Контактная работа, ак.ч	36		36
Лекции (ЛК)	12		12
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	24		24
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72		72
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	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	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*	
Раздел 1	Численные и стохастические методы оптимизации: теория и практика	1.1	Современные задачи оптимизации в машинном обучении и искусственном интеллекте: особенности, типы, критерии	Рассматриваются основные классы оптимизационных задач в ML/AI: supervised learning (минимизация функции потерь), unsupervised learning (кластеризация, понижение размерности), reinforcement learning. Анализируются свойства целевых функций: выпуклость, гладкость, lipschitz-непрерывность. Обсуждаются критерии качества оптимизаторов: скорость сходимости, robustness, масштабируемость для больших данных.	ЛК
		1.2	Градиентные и субградиентные методы: быстрые спуски, адаптивная оптимизация, оптимизация в нелинейных пространствах	Изучаются классические методы градиентного спуска, momentum методы (Nesterov momentum), ускоренные методы (accelerated gradient descent). Рассматриваются адаптивные методы: AdaGrad, RMSProp, Adam и их модификации. Обсуждается оптимизация на многообразиях (manifold optimization) и в неевклидовых пространствах.	ЛК
		1.3	Стохастические методы: стохастический градиентный спуск (SGD), методы минибатчей, variance reduction, ускорение сходимости	Анализируется стохастический градиентный спуск и его свойства конвергенции. Изучаются техники variance reduction: SVRG, SAGA, SAG. Рассматриваются методы mini-batch SGD, стратегии выбора размера батча. Обсуждаются техники ускорения: learning rate scheduling, warm restarts, cyclical learning rates.	ЛК
		1.4	Реализация сложных градиентных методов (Nesterov, Adam, RMSProp) для многомерных задач	Практическая реализация современных оптимизаторов с нуля. Изучение архитектуры оптимизаторов в PyTorch/TensorFlow. Сравнительный анализ производительности на различных задачах. Тонкая настройка гиперпараметров (learning rate, beta coefficients, epsilon). Векторизация и оптимизация вычислений для высокой размерности.	
		1.5	Разработка и исследование эффективности стохастических оптимизаторов на синтетических и реальных данных	Методология тестирования оптимизаторов: выбор benchmark задач, метрик качества. Эксперименты на синтетических функциях (Rosenbrock, Rastrigin, sphere functions). Тестирование на реальных ML задачах: классификация изображений, NLP задачи. Анализ влияния шума в градиентах, размерности задачи, conditioning числа.	
		1.6	Визуализация траекторий сходимости и влияние параметров стохастических методов	Техники визуализации оптимизационного процесса: contour plots, 3D траектории, loss landscapes. Анализ влияния learning rate на траекторию сходимости. Визуализация momentum эффектов. Инструменты: matplotlib, plotly, TensorBoard. Интерактивные визуализации для понимания динамики оптимизации.	

		1.7	Разбор ошибок и анализа сходимости в адаптивных и стохастических методах	Типичные проблемы: расходимость, oscillations, медленная сходимость. Диагностика проблем через анализ градиентов и loss curves. Теоретический анализ условий сходимости. Практические стратегии отладки: gradient clipping, learning rate tuning, batch size adjustment. Case studies неудачных оптимизаций.	СЗ
		1.8	Сравнение поведения разных оптимизаторов на реальных ML-задачах	Бенчмаркинг оптимизаторов на популярных датасетах: MNIST, CIFAR, ImageNet. Сравнение SGD, Adam, AdamW, LAMB на различных архитектурах нейросетей. Анализ trade-offs: скорость сходимости vs качество финального решения. Изучение	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*	
			generalization properties различных оптимизаторов. Рекомендации по выбору оптимизатора.		
		1.9	Коллективный анализ критических публикаций по оптимизации в deep learning и больших данных	СЗ	
Раздел 2	Ограниченная, многокритериальная и неConvex оптимизация в задачах ИИ	2.1	Методы оптимизации при ограничениях: Lagrange, проекционные методы, penalty/augmented Lagrangian	Теория условной оптимизации: условия Каруша-Куна-Таккера (ККТ). Метод множителей Лагранжа для задач с ограничениями равенства и неравенства. Проекционные методы: projected gradient descent. Penalty methods и их сходимость. Augmented Lagrangian методы (ADMM). Применение в ML: SVM, constrained neural networks.	ЛК
		2.2	Многокритериальная оптимизация, Pareto-фронты, оптимизация компромиссов	Основы многокритериальной оптимизации: понятие Парето-оптимальности. Методы построения Парето-фронта: weighted sum, $\epsilon$ -constraint method. Эволюционные алгоритмы для многокритериальной оптимизации: NSGA-II, MOEA/D. Применения: neural architecture search с несколькими целями, fairness-accuracy trade-offs, multi-task learning.	ЛК
		2.3	НеConvex оптимизация: проблемы ландшафта потерь, методы поиска глобального экстремума, эволюционные и метаэвристические подходы	Особенности невыпуклых задач: множество локальных минимумов, седловые точки. Анализ loss landscape в глубоких нейросетях. Методы глобальной оптимизации: simulated annealing, genetic algorithms, particle swarm optimization. Basin hopping, differential evolution. Гибридные подходы: комбинация градиентных и эволюционных методов.	ЛК
		2.4	Решение задач с ограничениями с применением методов Лагранжа и проекций	Практическая реализация constrained optimization. Алгоритм projected gradient descent. Sequential quadratic programming (SQP). Interior point methods. Применение к задачам ML: adversarial robustness с ограничениями на возмущения, fairness constraints в моделях, sparse optimization.	
		2.5	Реализация и исследование многокритериальной оптимизации на примерах парето-фронта	Имплементация multi-objective optimization algorithms. Построение и визуализация Парето-фронт. Case study: оптимизация accuracy vs model size, precision vs recall optimization. Hypervolume indicator для оценки качества. Практические примеры в AutoML и neural architecture search.	
		2.6	Эмпирические эксперименты с неConvex задачами: сравнение эволюционных, глобальных и локальных методов поиска	Бенчмарк на стандартных non-convex функциях: Ackley, Schwefel, Levy. Сравнение gradient-based vs gradient-free методов. Анализ эффективности эволюционных алгоритмов на задачах обучения нейросетей. Гибридные стратегии: инициализация эволюционными методами + fine-tuning градиентами. Оценка computational cost vs quality.	

		2.7	Семинар-практикум: анализ trade-off решений и визуализация Парето- оптимальности	Интерактивный анализ многокритериальных решений. Инструменты визуализации Парето-фронт в 2D/3D. Decision making: выбор решения из Парето-множества. Практические примеры: балансировка точности и интерпретируемости моделей, оптимизация inference time vs accuracy. Групповая работа над реальными кейсами.	СЗ
		2.8	Обсуждение	Практические задачи из индустрии: оптимизация моделей для мобильных устройств.	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			индустриальных кейсов: оптимизация под ограничениями (энергия, память, скорость)	Quantization-aware training с ограничениями на размер модели. Energy-efficient neural architecture search. Memory-constrained optimization для edge devices. Latency constraints в production системах. Real-world case studies от компаний.	
		2.9	Дискуссия: границы применимости неConvex оптимизации в современных AI и ML-проектах; риски и перспективы	Теоретические гарантии vs практическая эффективность в non-convex optimization. Почему deep learning работает несмотря на non-convexity. Открытые проблемы: understanding loss landscapes, initialization strategies. Новые направления: implicit regularization, lottery ticket hypothesis. Этические аспекты: reproducibility, fairness в non-convex optimization. Будущее: quantum computing для оптимизации.	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 [Параметр] 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. Методы оптимизации: учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560070>

### Дополнительная литература:

1. Шукаев Д.Н. Прикладные методы оптимизации: учебник. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 212 с.  
ISBN 978-5-91327-494-6

### 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](http://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/>



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

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

1. Курс лекций по дисциплине «Методы оптимизации».

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

## РАЗРАБОТЧИКИ

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Заведующий кафедрой прикладного  
искусственного интеллекта

---

Должность

---

Подолько П.М

Фамилия И.О

---

Подолько П.М.

Фамилия И.О

---

Подолько П.М.

Фамилия И.О