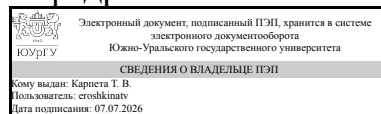


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



Т. В. Карпета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.06.01 Оптимизационные задачи в машинном обучении
для направления 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

уровень Магистратура

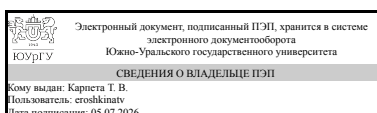
магистерская программа Инновационные методы и технологии машинного обучения и анализа данных

форма обучения очная

кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

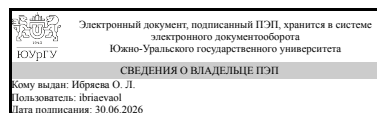
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 811

Зав.кафедрой разработчика,
к.физ.-мат.н.



Т. В. Карпета

Разработчик программы,
д.техн.н., доцент



О. Л. Ибряева

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у магистрантов компетенций в области современных методов оптимизации, применяемых при проектировании, обучении и адаптации моделей машинного обучения, а также развитие навыков интеграции классических методов исследования операций с нейросетевыми подходами. К задачам дисциплины относятся изучение дифференцируемой оптимизации, байесовской и многокритериальной оптимизации, освоение нейросетевых методов решения комбинаторных задач, а также освоение подходов к метаобучению и адаптации моделей к изменяющимся условиям эксплуатации.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина рассматривает современные методы оптимизации, применяемые в машинном обучении и исследовании операций. Изучаются подходы к интеграции классических задач линейного и квадратичного программирования в модели машинного обучения через дифференцируемые слои, методы байесовской оптимизации гиперпараметров с использованием библиотеки Optuna и эволюционные алгоритмы многокритериальной оптимизации NSGA-II, NSGA-III и MOEA/D. Рассматриваются нейросетевые методы решения комбинаторных задач оптимизации, включая архитектуры Pointer Networks, а также методы метаобучения (MAML, Prototypical Networks) для быстрой адаптации моделей к новым задачам с малым объёмом данных. Отдельное внимание уделяется методам адаптации доменов, в частности архитектуре DANN со слоем инверсии градиента, позволяющей переносить модели между различными условиями эксплуатации без полного переобучения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен применять методы оптимизации для настройки и адаптации моделей машинного обучения в прикладных задачах	Знает: Методы оценки качества моделей МО, принципы воспроизводимости экспериментов, влияние методов оптимизации на конечные метрики модели, понятие переобучения и регуляризации Умеет: Проводить вычислительный эксперимент по сравнению оптимизаторов, анализировать кривые обучения, формулировать и проверять гипотезы о влиянии гиперпараметров на качество модели Имеет практический опыт: Постановки и выполнения серии вычислительных экспериментов с оптимизационными алгоритмами, статистической обработки и интерпретации результатов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Инновационные образовательные технологии	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Инновационные образовательные технологии	Знает: Современные образовательные технологии и методологии, принципы системного анализа педагогических ситуаций и критерии оценки инновационных решений в образовании, Современные тренды автоматизации в образовании (автогенерация контента, автоматическое оценивание, оптимизация учебных планов), требования к качеству образовательного контента и этические ограничения применения ИИ в образовании Умеет: Критически анализировать педагогические проблемные ситуации, выбирать и обосновывать стратегию внедрения инновационных образовательных технологий, Формулировать задачу автоматизации образовательного процесса в виде оптимизационной задачи, оценивать применимость ИИ-решений с учётом педагогических и этических требований Имеет практический опыт: Системного анализа образовательных задач и разработки стратегии применения инновационных технологий в учебном процессе, Разработки прототипа ИИ-инструмента для образовательной среды (автогенерация тестов, рекомендации по траектории) с оценкой его педагогической эффективности

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 42,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа (СРС)	65,5	65,5
Подготовка к практической работе №5	12	12
Подготовка к практической работе №3	10	10
Подготовка к практической работе №1	8	8
Подготовка к практической работе №2	10	10
Подготовка к защите практических работ и дифференцированному зачёту	5,5	5.5
Подготовка к практической работе №4	8	8
Подготовка к практической работе №6	12	12
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Современные методы оптимизации в машинном обучении	18	6	12	0
2	Современные направления оптимизации интеллектуальных систем	18	6	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Дифференцируемая оптимизация: объединение машинного обучения и исследования операций	2
2	1	Байесовская оптимизация гиперпараметров моделей машинного обучения	2
3	1	Многокритериальная оптимизация в машинном обучении	2
4	2	Нейронные методы решения задач оптимизации	2
5	2	Метаобучение и двухуровневая оптимизация	2
6	2	Оптимизационные методы адаптации моделей к новым условиям	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Дифференцируемая оптимизация с использованием cvxpylayers	4
2	1	Байесовская оптимизация гиперпараметров моделей машинного обучения	4
3	1	Многокритериальная оптимизация моделей машинного обучения	4
4	2	Нейронные методы решения задач оптимизации	4
5	2	Метаобучение и двухуровневая оптимизация	4
6	2	Адаптация моделей машинного обучения к новым условиям эксплуатации	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практической работе №5	Бишоп К. «Глубокое обучение: принципы и концепции», гл. 14 «Метаобучение и перенос знаний» (с. 520–560). Таха Х.А. «Введение в исследование операций», приложение «Адаптивные методы обучения» (с. 870–890). Собственный приложенный конспект преподавателя «Многозадачное обучение, перенос знаний и метаобучение» (разделы 4–5, с. 8–21).	4	12
Подготовка к практической работе №3	Кузьменко А.А. «Многокритериальные методы принятия решений», гл. 2–3 (с. 35–84). Есипов Б.А. «Методы исследования операций», гл. 7 «Многокритериальные задачи» (с. 198–230). Документация pymoo (https://pymoo.org/)	4	10
Подготовка к практической работе №1	Гудфеллоу Я. и др. «Глубокое обучение», гл. 8 «Оптимизация для обучения глубоких моделей» (с. 270–320). Поляк Б.Т. «Введение в оптимизацию», гл. 3 «Методы безусловной минимизации» и гл. 4 «Методы условной минимизации» (с. 78–145). Документация cvxpylayers (https://github.com/cvxgrp/cvxpylayers)	4	8
Подготовка к практической работе №2	Кузьменко А.А. «Многокритериальные методы принятия решений», гл. 4 «Байесовские методы оптимизации» (с. 85–110). Официальная документация Optuna (https://optuna.readthedocs.io/)	4	10
Подготовка к защите практических работ и дифференцированному зачёту	Все указанные выше источники.	4	5,5
Подготовка к практической работе №4	Гудфеллоу Я. и др. «Глубокое обучение», гл. 16 «Структурированные вероятностные модели» (с. 580–610). Ржевский С.В. «Исследование операций», гл. 10 «Комбинаторные задачи и методы их решения» (с. 312–345).	4	8
Подготовка к практической работе №6	Бишоп К. «Глубокое обучение: принципы и концепции», гл. 13 «Адаптация и перенос моделей» (с. 480–519). Ржевский С.В. «Исследование операций», гл. 12 «Адаптация моделей в меняющихся условиях» (с. 380–410). Собственный приложенный конспект преподавателя «Многозадачное обучение, перенос знаний и метаобучение» (раздел 6, с. 22–34).	4	12

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	15	Максимальная оценка составляет 15 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок. • 3 балла — корректно выполнена постановка задачи оптимизации и реализован дифференцируемый оптимизационный слой. • 4 балла — разработана модель машинного обучения и реализованы оба исследуемых подхода к обучению. • 4 балла — проведен вычислительный эксперимент, представлены результаты сравнения моделей и необходимые визуализации. • 3 балла — выполнен анализ результатов исследования, сделаны аргументированные выводы и дана оценка преимуществ и ограничений каждого подхода.	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	15	Максимальная оценка составляет 15 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок.	дифференцированный зачет

					• 4 балла — корректно выполнена настройка модели с использованием различных методов поиска гиперпараметров. • 4 балла — корректно использованы возможности библиотеки Optuna, включая механизмы ранней остановки вычислений и многокритериальную оптимизацию. • 3 балла — проведён вычислительный эксперимент и выполнен сравнительный анализ эффективности исследованных методов. • 3 балла — представлены обоснованные выводы, отражающие достоинства, ограничения и области применения различных стратегий поиска гиперпараметров.	
3	4	Текущий контроль	Практическая работа 3	1 17	Максимальная оценка составляет 17 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок. • 4 балла — корректно сформулирована задача многокритериальной оптимизации и определены критерии оценки решений. • 5 баллов — корректно реализованы и исследованы алгоритмы многокритериальной оптимизации. • 4 балла — проведён вычислительный	дифференцированный зачет

						эксперимент, построены Парето-фронты и выполнен сравнительный анализ полученных результатов. • 3 балла — представлены аргументированные выводы и обоснован выбор предпочтительного решения.	
4	4	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	17	Максимальная оценка составляет 17 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок. • 4 балла — корректно подготовлены данные и проведены вычислительные эксперименты. • 5 баллов — выполнено исследование влияния параметров модели и получены результаты вычислений. • 4 балла — проведён сравнительный анализ нейросетевого и классического методов решения задачи оптимизации. • 3 балла — представлены аргументированные выводы о достоинствах и ограничениях исследуемого подхода.	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	Практическая работа 5	1	18	Максимальная оценка составляет 18 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок. • 5 баллов — корректно выполнены вычислительные эксперименты с исследуемыми методами	дифференцированный зачет

						метаобучения. • 5 баллов — проведено сравнение различных подходов к адаптации моделей и исследовано влияние параметров обучения. • 4 балла — выполнен анализ полученных результатов и оценена эффективность исследуемых методов. • 3 балла — представлены аргументированные выводы по результатам выполненного исследования.	
6	4	Текущий контроль	Практическая работа 6	1	18	Максимальная оценка составляет 18 баллов. • 1 балл — работа представлена и успешно защищена в установленный срок. • 5 баллов — корректно выполнена подготовка данных и реализована адаптация модели к новому домену. • 5 баллов — проведены вычислительные эксперименты и получены результаты исследования. • 4 балла — выполнен сравнительный анализ эффективности модели до и после адаптации, результаты представлены в наглядной форме. • 3 балла — сформулированы обоснованные выводы и дана оценка применимости исследуемого метода.	дифференцированный зачет
7	4	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	-	100	Максимальная оценка за дифференцированный зачет составляет 100 баллов. При оценивании	дифференцированный зачет

					учитываются полнота и глубина раскрытия теоретического вопроса, корректность использования профессиональной терминологии, понимание принципов работы рассматриваемых методов и умение сравнивать различные подходы. При выполнении практического задания оцениваются правильность выбора метода решения, обоснованность предлагаемых решений, способность анализировать достоинства и ограничения различных подходов, а также логичность и аргументированность представленного ответа.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Дифференцированный зачет проводится в устной форме по билетам. Каждый билет включает один теоретический вопрос и одно практико-ориентированное задание, требующее анализа предложенной ситуации и выбора оптимального метода решения. На подготовку к ответу студенту предоставляется до 30 минут. В ходе ответа оцениваются полнота и логичность изложения материала, понимание принципов работы современных методов оптимизации и способность применять полученные знания при решении практических задач.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-4	Знает: Методы оценки качества моделей МО, принципы воспроизводимости экспериментов, влияние методов оптимизации на конечные метрики модели, понятие переобучения и регуляризации	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: Проводить вычислительный эксперимент по сравнению оптимизаторов, анализировать кривые обучения, формулировать и проверять гипотезы о влиянии гиперпараметров на качество модели		+	+	+	+	+	+

ПК-4	Имеет практический опыт: Постановки и выполнения серии вычислительных экспериментов с оптимизационными алгоритмами, статистической обработки и интерпретации результатов	+			+	+	+	+
------	--	---	--	--	---	---	---	---

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Поляк Б. Т. Введение в оптимизацию / Б. Т. Поляк. - М. : Наука, 1983. - 384 с.
2. Ржевский С. В. Исследование операций : учеб. пособие для вузов по направлению "Математика" / С. В. Ржевский. - СПб. и др. : Лань, 2013. - 475 с. : ил.
3. Есипов Б. А. Методы исследования операций : учеб. пособие для вузов по направлению 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии" / Б. А. Есипов. - 2-е изд., испр. и доп.. - СПб. и др. : Лань, 2013. - 299 с. : ил., табл.
4. Таха Х. А. Введение в исследование операций : пер. с англ. / Х. А. Таха. - 7-е изд.. - М.; СПб.; Киев : Вильямс, 2005. - 901 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107901 (дата обращения: 27.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Бишоп, К. Глубокое обучение: принципы и концепции : руководство / К. Бишоп, Х. Бишоп ; пер. с англ. В. И. Бахура. — Москва : ДМК Пресс, 2025. — 740 с. — ISBN 978-5-93700-281-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

			система. — URL: https://e.lanbook.com/book/514932 (дата обращения: 29.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Кузьменко, А. А. Многокритериальные методы принятия решений: алгоритмы и реализация на Python : учебное пособие для вузов / А. А. Кузьменко. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 140 с. — ISBN 978-5-507-53830-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/511922 (дата обращения: 29.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	333 (3б)	Проектор, компьютер, парты
Практические занятия и семинары	333 (3б)	Проектор, компьютеры, парты
Дифференцированный зачет	333 (3б)	Проектор, компьютеры, парты