

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

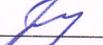
СОГЛАСОВАНО

заведующий кафедрой


С.П. Сидоров
" 12 " сентября 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

председатель НМК факультета


С.В. Тышкевич
" 12 " сентября 2024 г.

Фонд оценочных средств

Текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине
Методы оптимизации в машинном обучении

Направление подготовки магистратуры

09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки магистратуры

Анализ данных

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Саратов, 2024

Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>1.1_М.УК-1.Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные задачи выпуклой оптимизации; - основные этапы построения математических моделей экономических процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие; - определять связи между составляющими задачи. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа задачи с выделением ее базовых составляющих.
	<p>1.2_М.УК-1. Осуществляет поиск алгоритмов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке. Предлагает способы их решения.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - различные методы сбора и анализа информации; - алгоритмы решения выпуклых задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить и анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; - определять задачи, подлежащие дальнейшей детальной проработке. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа доступных источников информации; - навыками разработки алгоритмов решения выпуклых задач.
	<p>2.1_М.УК-1. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - род деятельности и взаимоотношения участников этой деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать стратегии достижения цели с использованием методов выпуклой и гладкой оптимизации; - оценивать влияние на внешнее окружение планируемой деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки стратегии достижения цели с использованием методов выпуклой и гладкой оптимизации; - навыками оценивания влияния на внешнее окружение планируемой деятельности.
<p>УК-2 Способен управлять</p>	<p>1.1_М.УК-2. Разрабатывает концепцию проекта в</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные этапы математического

<p>проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p>	<p>моделирования при решении задач выпуклой и гладкой оптимизации. Уметь: - формулировать цель, задачи, актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. Владеть: - навыками разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; - навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта.</p>
	<p>2.1_М.УК-2. Способен видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Формирует план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением.</p>	<p>Знать: - основные этапы математического моделирования при решении задач выпуклой и гладкой оптимизации. Уметь: - видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Владеть: -навыками составления план-графика реализации проекта и плана контроля за его выполнением.</p>
	<p>3.1_М.УК-2. Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.</p>	<p>Знать: - особенности поведения членов команды; - структуру проекта. Уметь: - разделить проект на составляющие, выделяя его базовые компоненты; - обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами. Владеть: - навыками урегулирования возникающих разногласий и конфликтов.</p>
	<p>4.1_М.УК-2. Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях</p>	<p>Знать: - способы организации отчетов и публичного представления их с помощью современных информационных технологий и программирования. Уметь: - представлять полученные результаты в форме отчетов, докладов и выступлений на научно-практических семинарах и конференциях. Владеть: - навыками представления полученных результатов в форме отчетов, докладов и выступлений на научно-практических</p>

		семинарах и конференциях.
	4.2_М.УК-2. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение).	Знать: - способы внедрения результатов проекта в практику. Уметь: - осуществлять внедрение результатов проекта в практику. Владеть: - навыками внедрения результатов проекта в практику.
ПК-5 Способен собирать, систематизировать, обрабатывать числовую и не числовую информацию. Подготавливать аналитические обзоры и рекомендации на основе различных математических расчетов.	1.1_М.ПК-5 Выбирает методы и математические модели решения для проведения различных математических (в том числе статистических и актуарных) расчетов.	Знать: - основные методы выпуклой и гладкой оптимизации. Уметь: - выбирать методы выпуклой и гладкой оптимизации с учетом требований. Владеть: - методами решения задач выпуклой и гладкой оптимизации; - навыками применения выбранных методов для решения задач в профессиональной деятельности.
	2.1_М.ПК-5 Собирает информацию, анализирует достаточность и качество предоставленной информации для проведения расчетов.	Знать: - различные методы сбора и анализа информации. Уметь: - осуществлять проведение работ по сбору и обработке информации; - оценивать качество полученной информации; - анализировать достаточность полученной информации. Владеть: - навыками обработки и оформления информации.
	3.1_М.ПК-5 Производит различные отчеты с помощью современных информационных технологий и программирования. На основании которых готовит отчет и дает рекомендации по изменению стратегии управления организации.	Знать: - способы организации отчетов с помощью современных информационных технологий и программирования. Уметь: - составлять отчеты по результатам работы составленных алгоритмов. Владеть: - навыками публичного представления полученных результатов.
ПК – 13 Способен разрабатывать и совершенствовать различные методы анализа массовых количественных данных,	1.1_М.ПК-13 Производит различные математические (в том числе статистические и актуарные) расчеты на основе соответствующих математических и технических средств, в том	Знать: - математические и технические средства для решения задач выпуклой и гладкой оптимизации. Уметь: - выбирать и использовать математические и технические средства для решения задач выпуклой и гладкой

<p>разрабатывать систему математического обеспечения решения задач, возникающих в процессе проведения расчетов, представлять научные результаты на конференциях в виде докладов и публикаций.</p>	<p>числе с помощью пакета прикладных программ.</p>	<p>оптимизации. Владеть: - навыками программирования и реализации методов численного программирования, методов выпуклой и гладкой оптимизации с помощью пакета прикладных программ.</p>
	<p>2.1_М.ПК-13 Совершенствует математические методы анализа.</p>	<p>Знать: - основные методы численного программирования, выпуклой и гладкой оптимизации. Уметь: - корректно применять и совершенствовать методы численного программирования, выпуклой и гладкой оптимизации при решении задач. Владеть: - информацией о развитии методов численного программирования, выпуклой и гладкой оптимизации в мире.</p>
	<p>3.1_М.ПК-13 Проводит презентации полученных и новых результатов, обосновывает актуальность и эффективность работы новых методик.</p>	<p>Знать: - способы организации отчетов с помощью современных информационных технологий и программирования. Уметь: - использовать современные информационные технологии и программирования для представления полученных и новых результатов; - обосновывать актуальность и эффективность работы новых методик. Владеть: - навыками публичного представления полученных результатов на конференциях в виде докладов и публикаций.</p>

Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания			
	2	3	4	5
2 семестр	Студент обладает лишь фрагментарными представлениями о методах решения экстремальных задач.	Студент обладает неполными знаниями о численных методах решения экстремальных задач, о алгоритмах и термах, обосновывающих их сходимость	Студент знает основные определения и понятия теории оптимизации, постановки основных задач. Может построить алгоритм решения конкретной задачи, знает доказательства сходимости численных алгоритмов. Допускает отдельные ошибки при доказательстве теорем и в построении алгоритмов. Умеет реализовывать алгоритмы на вычислительной технике.	Студент знает все постановки задач оптимизации, знает и умеет строить численные алгоритмы решения конкретных задач. Владеет методикой доказательства теорем. Может построить математические модели задач в области экономики и техники.

Оценочные средства

2.1 Задания для текущего контроля

- 1) Кейс-задача – не предусматривается.
- 2) Доклад – не предусматривается.
- 3) Реферат - не предусматривается.
- 4) Контрольная работа (примеры типовых заданий контрольных работ)

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

1. Решить задачу и построить численный алгоритм её решения

$$x^2 + y^2 - xy - 3y \rightarrow \max$$

$$x + y \leq 4$$

$$x, y \geq 0$$

2. Найти оптимальный план транспортной задачи

	B1	B2	B3	B4	
A1	1	2	4	1	50
A2	2	3	1	5	30
A3	3	2	4	4	10
	30	30	20	10	

3. Найти оптимальное решение задачи квадратичного программирования

$$x^2 + 4xy + y^2 + 2x + y \rightarrow \max$$

$$x + y = 1$$

3. $x, y \geq 0$

Критерии оценивания контрольной работы № 1:

Оценка «5» ставится за три решенные задачи, оценка «4» - за 2 решенные задачи при наличии погрешностей в решении одной из них, оценка «3» - за одну решенную задачу или 2 решенные задачи с погрешностями, оценка «2» ставится, если задачи не решены.

Таблица пересчета оценок для системы БАРС

0 – 10 баллов	Неудовлетворительно / «не зачтено»
11 – 50 баллов	Удовлетворительно / «зачтено»

51 – 80 баллов	Хорошо / «зачтено»
81 – 100 баллов	Отлично / «зачтено»

5) Тесты – не предусматриваются.

6) Задания для практических и лабораторных занятий

Занятие 1.

Тема: Бинарная классификация и выпуклая оптимизация.

Цель: ознакомить студентов с основными постановками задач оптимизации, с понятиями сепарабельных и несепарабельных обучающих данных, некоторыми математическими моделями, решающими задачу минимизации потерь.

Методические рекомендации: обратить внимание студентов на сферы применения задач данного класса.

Занятие 2-6.

Тема: Численные методы решения задач оптимизации.

Цель: ознакомить студентов с основными численными алгоритмами решения задач оптимизации: Методом Ньютона, Франк-Вульфа, градиентного спуска, жадного координатного спуска и т.д. Рассмотреть доказательства теорем с обоснованием сходимости методов. Научить строить алгоритмы численного решения задач данного класса.

Методические рекомендации. Следует обратить внимание студентов на преимущества и недостатки различных методов.

Примеры типовых заданий: составить численные алгоритмы для решения задачи.

$$x^2 + y^2 - xy - 3y \rightarrow \max$$

$$x + y \leq 4$$

$$x, y \geq 0$$

Занятие 7-8.

Тема: Стандартные классы выпуклых и линейных задач оптимизации.

Цель: научить студентов аналитическим методам решения задач линейного и нелинейного программирования.

Методические рекомендации. Обратить внимание студентов на различную степень сложности численного и аналитического методов решения задач.

Примеры типовых заданий:

1. Найти оптимальный план транспортной задачи

	B1	B2	B3	B4	
A1	1	2	4	1	50
A2	2	3	1	5	30
A3	3	2	4	4	10
	30	30	20	10	

2. Найти оптимальное решение задачи квадратичного программирования

$$x^2 + 4xy + y^2 + 2x + y \rightarrow \max$$

$$x + y = 1$$

$$x, y \geq 0$$

3. Найти оптимальный план задачи

$$x - y - 2z - 3r \rightarrow \min$$

$$-2x + y - 3z - r = -4$$

$$y - z + r = 0$$

$$x, y, z, r \geq 0$$

По итогам *практической подготовки* составляется письменный отчет. Студенты представляют на кафедру отчеты о практической подготовке в печатной и электронной форме, оформленные в соответствии с правилами и требованиями, установленными Университетом. После проверки и предварительной оценки этих отчетов руководителями практической подготовки (с их подписью) студенты устно отчитываются по практике.

Анализ результатов практической подготовки проводится по следующим параметрам:

1. объем и качество выполненной работы;
 2. качество аналитического отчета, выводов и предложений;
 3. соблюдение сроков выполнения работы;
 4. самостоятельность, инициативность, творческий подход к работе;
 5. своевременность представления и качество отчетной документации.
- (от 0 до 15 баллов).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

Перечень литературы, используемой для проведения практических занятий:

а) литература:

1. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. М.: Физматлит., 2011, 256 с. ЭБС ИНФРА-М.
2. Лесин В.В. Основы методов оптимизации. Москва, ЭБС «Лань»: 2016.-341.
3. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 2004, 544 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://lib.mexmat.ru>
2. Операционная система Windows 7, или более поздняя версия
3. Microsoft Office Excel.
4. Microsoft Office Word.
5. Microsoft Office PowerPoint
6. Лицензионное программное обеспечение Wolfram Mathematica
7. Свободное программное обеспечение; Maxima. Scilab, GeoGebra

Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации – *зачет с оценкой*; количество баллов – от 0 до 40 баллов.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 10 баллов.

Список вопросов к зачету с оценкой

1. Сепарабельные и несепарабельные обучающие системы. Задача минимизации функции потерь.
2. Метод градиентного спуска. Доказательство сходимости метода.
3. Доказательство теоремы о скорости сходимости метода градиентного спуска для сильно выпуклых функций.
4. Метод Ньютона. Локальная и глобальная сходимость метода.
5. Метод условного градиента. Теорема о сходимости метода.
6. Метод жадного координатного спуска.
7. Метод Франк-Фульфа.
8. Метод рандомизированного блочно-координатного спуска для решения задачи безусловной гладкой оптимизации.
9. Транспортная задача и задачи линейного программирования. Методы Фогеля, потенциалов, дифференциальных рент.
10. Симплекс метод.
11. Методы решения задач квадратичного программирования. Доказательство сведения задач квадратичного программирования к задаче линейного программирования.
12. Построение модели экономического роста с ограничениями на фондовооруженность.

Методические рекомендации по подготовке и процедуре осуществления контроля.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы оптимизации в машинном обучении» проводится в виде устного зачета во втором семестре. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных и семинарских занятий, а также в специально отведенное время для подготовки перед аттестацией.

Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Критерии оценивания.

Во время зачета студент должен дать полный ответ на вопросы билета, дать необходимые определения, доказать требуемые теоремы. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему курсу.

Во время ответа студент должен показать знание основных понятий теории оптимизации умение решать конкретные задачи и доказывать сформулированные утверждения.

Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 2).

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры теории функций и приближений (от 12 сентября 2024 года, протокол № 2).

Автор: доцент, к. ф.-м. наук

В.Р. Шебалдин