

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»
24 января 2023 г., протокол № 5

И.о. заведующего кафедрой



_____ Н.В. Ларин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Методы оптимизации»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)
Искусственный интеллект и анализ данных

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-02-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Родионова Г.А., доцент каф. ПМИИ, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является изучение теории конечномерных экстремальных (оптимизационных) задач на нахождение максимумов и минимумов (включая гладкие и выпуклые задачи, задачи линейного и квадратичного программирования), знакомство с численными методами их решения и приложениями.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение теории и методов решения конечномерных экстремальных задач;
- освоение базовых численных методов оптимизации;
- знакомство с прикладными задачами экстремального характера.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в седьмом семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1. существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач. (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);
2. Знание приемов написания и анализа алгоритмов и компьютерных программ (код компетенции –ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);

Уметь:

1. анализировать и конструировать конкретные алгоритмы на языке высокого уровня для решения разнообразных математических задач на компьютере. (код компетенции –ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2);

Владеть:

2. 1) навыками Знает парадигм структурного, процедурно-модульного и объектно-ориентированного программирования на языке высокого уровня. код компетенции –ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3);

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	ДЗ, КР	4	144	28	14	–	–	1	0,5	100,5
Итого	–	4	144	28	14	–	–	1	0,5	100,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Введение в теорию конечномерных экстремальных задач. Общая постановка экстремальной задачи. Примеры из разных областей науки и техники. Основные определения
2	Гладкая задача без ограничений. Прикладной пример, постановка задачи. Необходимые и достаточные условия экстремума в одномерном случае. Примеры. Многомерная гладкая задача без ограничений. Необходимое условие экстремума. Квадратичные формы. Достаточное условие экстремума. Примеры
3	Гладкая задача с равенствами. Прикладной пример, постановка задачи. Необходимые и достаточные условия экстремума. Теорема Вейерштрасса и ее следствие. Примеры. Гладкая задача с равенствами и неравенствами. Прикладной пример, постановка задачи. Решение сведением к изученным задачам. Примеры. Логистическая регрессия
4	Выпуклая задача. Элементы выпуклого анализа. Выпуклая задача, теорема о совпадении локального и глобального экстремума. Субдифференциал. Необходимое и достаточное условие экстремума в безусловном случае
5	Задача выпуклого программирования. Постановка задачи, частные случаи. Теорема Куна–Таккера. Примеры
6	Введение в линейное программирование. Исторический экскурс, пример Конторовича, методы решения. Постановка задачи. Особенности задачи. Экономический смысл. Геометрическая интерпретация
7	Симплекс-метод. Постановка задачи в канонической форме. Идея симплекс-метода. Описание симплекс-метода. Пример

№ п/п	Темы лекционных занятий
8	Примеры задач линейного программирования. Метод искусственного базиса нахождения начальной крайней точки. Задачи с равенствами и неравенствами. Примеры
9	Двойственность в линейном программировании. Преобразование Лежандра. Вывод двойственных задач, связь между ними. Экономический смысл. Двойственный симплекс-метод. Пример
10	Транспортная задача. Постановка задачи. Методы нахождения начальной крайней точки. Метод потенциалов. Пример
11	Задача квадратичного программирования. Прикладной пример, постановка задачи. Применение теоремы Куна–Таккера. Решение при помощи линейного программирования. Пример
12	Методы одномерной оптимизации. Общие сведения о численных методах оптимизации. Методы половинного деления и золотого сечения. Метод Ньютона
13	Методы многомерной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Градиентные методы. Метод Ньютона. Задачи с ограничениями. Метод внутренней точки решения задачи линейного программирования. Методы глубокого обучения
14	Задача вариационного исчисления. Задача о брахистохроне, постановка простейшей задачи. Уравнение Эйлера, его интегралы. Решение задачи о брахистохроне. Задача оптимального управления. Задача о быстродействии, управление. Принцип максимума Понтрягина. Решение простого варианта задачи о быстродействии

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Безусловные гладкие экстремальные задачи
2	Гладкие задачи с ограничениями
3	Типовые задачи линейного программирования
4	Варианты задач линейного программирования
5	Задачи вычислительного характера

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
-------	-------------------------------------

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>7 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к контрольным работам
3	Выполнение курсовой работы
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<i>7 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение контрольной работы № 1	15
	Итого		30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение контрольной работы № 2	15
	Итого		30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Горбачев, Д.В. Введение в методы оптимизации: учебное пособие / Д. В. Горбачев; ТулГУ.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2015 .— 112 с. — ISBN 978-5-7679-3301-3. — Текст: электронный // Библиотех: электронно-библиотечная система. — URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2016012516395188591500007380>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — Москва : Логос, 2011. — 424 с. — ISBN 978-5-98704-540-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/9093.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Розова, В. Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В. Н. Розова, И. С. Максимова. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. — 112 с. — ISBN 978-5-209-03872-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11536.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации: учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 384 с. — ISBN 978-5-9221-0559-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2330>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Горбачев, Д.В. Численные методы решения экстремальных задач: учебное пособие / Д. В. Горбачев ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2014 .— 114 с. — ISBN 978-5-7679-2820-0. — Текст: электронный // Библиотех: электронно-библиотечная система. — URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2015031313284668525800006490>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Горбачев, Д.В. Лекции по вариационному исчислению : учебное пособие / Д. В. Горбачев; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2014 .— 112 с. — ISBN 978-5-7679-2994-8. — Текст: электронный // Библиотех: электронно-библиотечная система. — URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2015031314594710531700002178>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи : учебное пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 256 с. — ISBN 978-5-9221-0590-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2097>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Струченков, В. И. Методы оптимизации в прикладных задачах : учебное пособие / В. И. Струченков. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — ISBN 978-5-91359-061-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13781>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://window.edu.ru> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
2. <http://elibrary.ru/> – Научная Электронная Библиотека eLibrary.
3. <http://cyberleninka.ru/> – КиберЛенинка — научная электронная библиотека.
4. <http://www.intuit.ru> – Национальный открытый университет «ИНТУИТ».

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.