

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 11:09:42

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

« 18 » 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Методы оптимизации»

Направление подготовки – 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Компьютерная математика и математическое моделирование»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции, формируемые в дисциплине	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
<b>ОПК-1.</b> Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	<b>ОПК-1.МО.</b> Способен сводить типовые прикладные задачи к задачам оптимизации и решать их с использованием вычислительных методов	<i>Знает</i> теоретические основы методов оптимизации. <i>Умеет</i> применять основные аналитические и численные методы и алгоритмы решения задач безусловной, условной и глобальной оптимизации, выбирать адекватный метод оптимизации. <i>Имеет опыт</i> сведения типовых прикладных задач к задачам оптимизации и решения их с использованием вычислительных методов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями и умениями в области дифференциального и интегрального исчисления, линейной алгебры и численных методов.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	4	144	32	16	16	44	Экз (36)

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Численные методы решения задач одномерной оптимизации	8	4	4	8	Защита индивидуального задания лабораторной работы № 1
					Защита индивидуального задания лабораторной работы № 2
2. Методы безусловной оптимизации функций многих переменных	14	12	8	24	Защита индивидуального задания лабораторной работы № 3
					Защита индивидуального задания лабораторной работы № 4
					Защита индивидуального задания лабораторной работы № 5
3. Многомерная минимизация при наличии ограничений	10	-	4	12	Контрольная работа

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	<b>Предмет методов оптимизации.</b> Основные понятия. Унимодальные, выпуклые функции. Условие Липшица. Классическая минимизация функции одной переменной.
	2	2	<b>Одномерная минимизация функций.</b> Прямые методы. Методы перебора, поразрядного поиска, дихотомии, золотого сечения. Метод парабол. Сравнение методов.
	3	2	<b>Методы, использующие информацию о производных целевой функции.</b> Метод средней точки. Метод хорд. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.
	4	2	<b>Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.</b> Методы минимизации многомодальных функций.
2	5,6	4	<b>Задача минимизации функции многих переменных.</b> Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
	7	2	<b>Выпуклые квадратичные функции.</b> Общие принципы многомерной

			минимизации. Методы градиентного и наискорейшего спуска.
	8	4	<b>Метод сопряженных градиентов.</b>
	9	2	<b>Метод Ньютона и квазиньютоновские методы.</b> Методы ДФП и БФГШ.
	10	2	<b>Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.</b> Минимизация функций по правильному (регулярному) симплексу. Минимизация функций по нерегулярному симплексу.
	11	2	<b>Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.</b> Метод циклического покоординатного спуска. Метод Хука-Дживса. Методы случайного поиска.
3	12	2	<b>Условный экстремум функции многих переменных.</b> Необходимые и достаточные условия. Ограничения типа равенств.
	13	2	<b>Условный экстремум функции многих переменных.</b> Необходимые и достаточные условия. Ограничения типа неравенств.
	14	2	<b>Линейное программирование.</b> Постановка задачи. Графический метод решения.
	15	2	<b>Линейное программирование.</b> Симплекс-метод
	16	2	Контрольная работа

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Предмет методов оптимизации.
	2,3	4	Одномерная минимизация функций.
2	4	2	Задача минимизации функции многих переменных.
	5	2	Выпуклые квадратичные функции.
	6	2	Метод сопряженных градиентов.
	7	2	Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.
3	8	2	Условный экстремум функции многих переменных.
	9	2	Линейное программирование.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Прямые методы минимизации функции одной переменной.
	2	2	Методы минимизации функций одной переменной, использующие информацию о производных целевой функции.
2	4	4	Градиентные методы минимизации функций многих переменных.
	5	4	Метод Ньютона и квазиньютоновские методы минимизации функций многих переменных.
	6	4	Прямые методы минимизации функций многих переменных.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к лабораторной работе 1
	2	Выполнение индивидуального задания в рамках лабораторной работы 1
	2	Подготовка к лабораторной работе 2
	2	Выполнение индивидуального задания в рамках лабораторной работы 2
2	4	Подготовка к лабораторной работе 3
	4	Выполнение индивидуального задания в рамках лабораторной работы 3
	4	Подготовка к лабораторной работе 4
	4	Выполнение индивидуального задания в рамках лабораторной работы 4
	4	Подготовка к лабораторной работе 5
	4	Выполнение индивидуального задания в рамках лабораторной работы 5
3	12	Подготовка к контрольной работе

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>;

## **Общее**

- ✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины

### **Модуль 1 «Численные методы решения задач одномерной оптимизации»**

- ✓ Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела б)
- ✓ Методические указания по выполнению лабораторных работ

### **Модуль 2 «Методы безусловной оптимизации функций многих»**

- ✓ Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела б)
- ✓ Методические указания по выполнению лабораторных работ

### **Модуль 3 «Многомерная минимизация при наличии ограничений»**

- ✓ Материалы для изучения теории (учебно-методические пособия раздела б)
- ✓ Методические указания по выполнению лабораторных работ

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Гончаров В.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие / Гончаров В.А. - М. : Высшее образование, 2009. - 191 с.
2. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/86017> (дата обращения: 15.03.2023)
3. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / Пантелеев А.В., Летова Т.А. - 2-е изд., испр.. - М. : Высшая школа, 2005. - 544 с. -

### **Периодические издания**

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ / Российская академия наук, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, 1989 - . - URL:[http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&option_lang=rus). (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: свободный; - ISSN 0234-0879 (print)

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 15.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде. С этой целью для освоения образовательной программы применяются ресурсы электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Работа происходит циклично по следующей схеме:

(1) лекция (контактная работа по расписанию занятий) - СРС (проработка лекционного материала с использованием учебно-методических пособий с целью подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям);

(2) семинар (контактная работа по расписанию занятий, включающая дискуссионное обсуждение проблемных вопросов, поставленных на лекциях);

(3) лабораторные работы (контактная работа по расписанию занятий, включающая дискуссионное обсуждение проблемных вопросов, поставленных на лекциях, выполнение и защиту лабораторных работ).

Для взаимодействия преподавателя со студентом во время приёма и защиты лабораторных работ используется раздел «Домашние задания» среды ОРИОКС. Через ОРИОКС студенты имеют доступ к текстам лекций по курсу и к разработкам по практическим занятиям, содержащим необходимый теоретический материал и разбор решений задач.

Для взаимодействия студентов с преподавателем также используются электронная почта.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB/Octave/Python

Учебная аудитория	Учебная доска	ПО не требуется
Компьютерный класс	Системный блок Intel Core i5, монитор TFT 21,5" АОС i2269Vw	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB/Octave/Python
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB/Octave/Python

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ОПК-1.МО «Способен сводить типовые прикладные задачи к задачам оптимизации и решать их с использованием вычислительных методов».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Лекции, практические занятия и лабораторные работы проводятся контактно в соответствии с расписанием (2 часа лекций в неделю, 2 часа практических занятий один раз в две недели, 2 часа лабораторных работ один раз в две недели). Посещение лекций, практических занятий и лабораторных работ обязательно. Дополнительной формой контактной работы являются консультации (их посещать необязательно).

Задания лабораторных работ содержат практико-ориентированные задания на опыт деятельности.

Перечень доступных студентам учебно-методических материалов приведен в п. 5, 6, 7.

Подробное описание организации процесса обучения, системы контроля и оценивания изложено в «Методических рекомендациях студентам по изучению дисциплины».



## 11.2. Система контроля и оценивания

Система контроля включает мероприятия текущего контроля и промежуточную аттестацию. Текущий контроль состоит из защиты лабораторных работ, контрольной работы. Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена.

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность (участие в обсуждениях проблемных вопросов на практических занятиях и во время лабораторных работ) и сдача экзамена. Максимальный суммарный балл – 100.

Важное значение придается соблюдению сроков сдачи контрольных мероприятий. Задержка в сдаче приводит к уменьшению числа баллов, начисляемых за выполнение.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

### РАЗРАБОТЧИК:

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м.н.



/Васекин Б.В./

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Компьютерная математика и математическое моделирование», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 25.04 2023 года, протокол № 11.

Заведующий кафедрой ВМ-1  /А.А. Прокофьев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /Никulina И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./