

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.23
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,50 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ижуткин В.С.
	Идентификатор	R534a0a38-IzhutkinVS-9cf1d661

В.С. Ижуткин


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ионова Т.В.
	Идентификатор	R5ac51726-IonovaTV-b9dd3591

Т.В. Ионова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.
Варшавский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных направлений и методов решения однокритериальных и многокритериальных задач оптимизации

Задачи дисциплины

- освоение основных методов решения задач оптимизации.

„;

- приобретение навыков применения современных методов оптимизации для поддержки принятия решений, обучения, управления;

- приобретение навыков сравнительного анализа современных методов оптимизации;

- приобретение навыков применения методов многокритериальной оптимизации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ИД-2 _{ОПК-2} Выбирает численный метод, опираясь на анализ поставленной задачи, и реализует соответствующие алгоритмы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы оптимизации с применением случайного поиска. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться существующими пакетами методов оптимизации.
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ИД-3 _{ОПК-2} Анализирует результаты численного решения задач и оценивает необходимые для выполнения работы ресурсы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные детерминированные методы поисковой оптимизации. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать результаты численного решения задач оптимизации.
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-3} Использует и модифицирует математические модели прикладных задач	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные алгоритмические и программные решения для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач оптимизации. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбрать метод оптимизации в зависимости от параметров задачи.
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет существующие математические методы для анализа свойств математических моделей	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные направления и методы решения задач оптимизации; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно разбираться в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
области профессиональной деятельности		имеющихся концепциях и методах оптимизации и применять их для решения поставленной задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей (далее – ОПОП), направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать постановки и базовые математические модели экстремальных задач
- уметь пользоваться методами математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Методы одномерной и многомерной безусловной минимизации .	31	7	6	6	4	-	1	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение в обучающей системе упражнений по решению задач одномерной минимизации методами дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> ознакомление в обучающей системе с примерами решения задач одномерной минимизации методами дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.25-43 [2], стр. 57-76</p>	
1.1	Методы одномерной минимизации.	12		2	2	2	-	-	-	-	-	6	-		
1.2	Методы многомерной безусловной минимизации.	19		4	4	2	-	1	-	-	-	8	-		
2	Методы линейного программирования	30		10	4	4	-	-	-	-	-	12	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Методы линейного программирования". Студентам необходимо выполнить упражнения в обучающей системе графическим методом и симплексным методом, а также методом ветвей и границ и методом Гомори;</p>
2.1	Основные теоремы и методы линейного программирования.	16		6	2	2	-	-	-	-	-	6	-		
2.2	Методы целочисленного линейного программирования	14		4	2	2	-	-	-	-	-	6	-		

														<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Методы линейного программирования". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач в обучающей системе графическим методом и симплексным методом, а также методом ветвей и границ и методом Гомори;</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.226-238 [2], стр. 271-290</p>
3	Методы условной оптимизации	37	14	4	4	-	1	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p>	
3.1	Методы решения экстремальных задач с ограничениями.	37	14	4	4	-	1	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Методы условной оптимизации". Студентам необходимо выполнить упражнения по решения аналогичных задач в обучающей системе методами штрафных и барьерных функций, методами возможных направлений, методами проекции градиента, комбинированными методами.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Методы условной оптимизации". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач в обучающей системе методами штрафных и барьерных функций, методами возможных направлений, методами проекции градиента, комбинированными методами.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>	

													[1], стр.151-170 [2], стр.109-128
4	Многокритериальные задачи оптимизации	12	2	2	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Современные алгоритмы поисковой оптимизации.". Студентам необходимо выполнить упражнения по решению задач методами приведенных направлений (штрафов,возможных направлений и их комбинациями на основе единообразной реализации) . Студентам необходимо выполнить упражнения по решению задач методами многокритериальной оптимизации</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Современные алгоритмы поисковой оптимизации.". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач методами приведенных направлений (штрафов,возможных направлений и их комбинациями на основе единообразной реализации) . Изучение дополнительного материала по разделу "Современные алгоритмы поисковой оптимизации."Проработка лекции, Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения задач методами многокритериальной оптимизации</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.212-220 [2], стр. 201-219</p>
4.1	Методы многокритериальной оптимизации	12	2	2	4	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	34.00	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	144.00	32	16	16	-	2	-	-	0.50	44	33.50	
	Итого за семестр	144.00	32	16	16	2	-	-	0.50	77.50			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Методы одномерной и многомерной безусловной минимизации .

1.1. Методы одномерной минимизации.

Методы дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи. Сравнительный анализ.

1.2. Методы многомерной безусловной минимизации.

Методы нулевого порядка: покоординатного спуска, случайного поиска. Методы первого порядка: с дроблением шага, наискорейшего спуска, сопряженных направлений. Методы второго порядка: Ньютона, Ньютона - Рафсона.. Сравнительный анализ.

2. Методы линейного программирования

2.1. Основные теоремы и методы линейного программирования.

Графический метод решения ЗЛП. Симплексный метод..

2.2. Методы целочисленного линейного программирования

Метод ветвей и границ, метод Гомори. Сравнительный анализ.

3. Методы условной оптимизации

3.1. Методы решения экстремальных задач с ограничениями.

Методы штрафных и барьерных функций, Методы возможных направлений. Комбинированные методы. Сравнительный анализ.

4. Многокритериальные задачи оптимизации

4.1. Методы многокритериальной оптимизации

Методы свертки, последовательных уступок, ограничений.

3.3. Темы практических занятий

1. Методы условной минимизации;

2. Методы линейного программирования;

3. Методы одномерной и многомерной безусловной минимизации ..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Методы условной оптимизации;

2. Методы линейного программирования;

3. Методы одномерной и многомерной безусловной минимизации.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации проводятся по разделу "Методы одномерной минимизации." Сравнительный анализ методов.
2. Обсуждение материалов по разделу "Методы безусловной оптимизации." Сравнительный анализ методов.

3. Консультации проводятся по разделу "Методы линейного программирования". Сравнительный анализ методов.
4. Консультации проводятся по разделу "Методы условной оптимизации". Сравнительный анализ методов.
5. Консультации проводятся по разделу "Современные алгоритмы поисковой оптимизации". Сравнительный анализ методов.

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
современные методы оптимизации с применением случайного поиска	ИД-2ОПК-2	+				Лабораторная работа/Методы безусловной оптимизации
современные детерминированные методы поисковой оптимизации	ИД-3ОПК-2		+			Лабораторная работа/Методы линейного программирования
основные алгоритмические и программные решения для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач оптимизации	ИД-1ОПК-3			+		Лабораторная работа/Методы условной оптимизации
основные направления и методы решения задач оптимизации;	ИД-2ОПК-3				+	Лабораторная работа/Многокритериальные задачи
Уметь:						
пользоваться существующими пакетами методов оптимизации	ИД-2ОПК-2	+				Лабораторная работа/Методы безусловной оптимизации
анализировать результаты численного решения задач оптимизации	ИД-3ОПК-2		+			Лабораторная работа/Методы линейного программирования
выбрать метод оптимизации в зависимости от параметров задачи	ИД-1ОПК-3			+		Лабораторная работа/Методы условной оптимизации
самостоятельно разбираться в имеющихся концепциях и методах оптимизации и применять их для решения поставленной задачи	ИД-2ОПК-3				+	Лабораторная работа/Многокритериальные задачи

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Методы безусловной оптимизации (Лабораторная работа)
2. Методы линейного программирования (Лабораторная работа)
3. Методы условной оптимизации (Лабораторная работа)
4. Многокритериальные задачи (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Своевременная сдача лабораторных работ и полный ответ на вопрос билета

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников . – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017 . – 270 с. – (Высшее образование: Бакалавриат) . - ISBN 978-5-369-01037-2 .;
2. А. Ф. Измаилов, В. М. Солодков- "Численные методы оптимизации", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2008 - (320 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69317>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Java Development Kit;
6. 7-zip.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. **Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>

7. **Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-805, Учебная аудитория каф. "ПМИИ"	парта со скамьей, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-806, Учебная аудитория	парта, стул, доска интерактивная, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-708, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-708, Дисплейный класс каф. "ПМИИ"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-704, Преподавательская кафедры ПМИИ	стол, стул, шкаф, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-703а/1, Кладовая каф. "ПМИИ"	стеллаж для хранения книг, тумба, экран, ноутбук, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы оптимизации

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Методы безусловной оптимизации (Лабораторная работа)
 КМ-2 Методы линейного программирования (Лабораторная работа)
 КМ-3 Методы условной оптимизации (Лабораторная работа)
 КМ-4 Многокритериальные задачи (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Методы одномерной и многомерной безусловной минимизации .					
1.1	Методы одномерной минимизации.		+			
1.2	Методы многомерной безусловной минимизации.		+			
2	Методы линейного программирования					
2.1	Основные теоремы и методы линейного программирования.			+		
2.2	Методы целочисленного линейного программирования			+		
3	Методы условной оптимизации					
3.1	Методы решения экстремальных задач с ограничениями.				+	
4	Многокритериальные задачи оптимизации					
4.1	Методы многокритериальной оптимизации					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25