

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные системы защиты, автоматики и управления энергосистемами

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.06
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	2 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 73,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение подходов к решению различных типов задач оптимизации на базе математических алгоритмов

### Задачи дисциплины

- изучение базовых задач оптимизации и существующих подходов к их решению;;
- приобретение навыков определения типа задачи и вариантов ее решения;;
- приобретения навыков реализации различных математических алгоритмов по решению задач оптимизации;;
- приобретение навыков разработки математических моделей с помощью методов 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
ПК-3 Способен вести разработку автоматических систем в электроэнергетике	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Применяет математический аппарат для разработки автоматических систем	знать: - основные методы и подходы к решению задач оптимизации.  уметь: - правильно выбирать вид алгоритма решения задачи оптимизации для каждой конкретной задачи;; - реализовывать основные виды алгоритмов оптимизации в виде программного обеспечения;; - разрабатывать, реализовывать и отлаживать алгоритмы оптимизации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Интеллектуальные системы защиты, автоматизации и управления энергосистемами (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Задачи оптимизации. Основные определения	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи оптимизации. Основные определения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 25-50</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Одномерная минимизация функций. Прямые методы."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 40-60</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производных целевой функции"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 50-60</p>	
1.1	Задачи оптимизации. Основные определения.	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Одномерная минимизация функций. Прямые методы.	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
2.1	Одномерная минимизация функций	3		1	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
2.2	Прямые методы.	3		1	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
3	Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производных целевой функции	14		2	4	-	-	-	-	-	-	-	8		-
3.1	Одномерная минимизация	7		1	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-
3.2	Методы, использующие информацию о	7		1	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-

	производных целевой функции												
4	Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного спуска.	14	2	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного спуска." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 70-80
4.1	Общие принципы многомерной минимизации	7	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
4.2	Методы градиентного спуска.	7	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-	
5	Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 80-90
5.1	Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
6	Эвристические алгоритмы.	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Эвристические алгоритмы." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 100-120
6.1	Эвристические алгоритмы	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	108.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	73.5		

**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. Задачи оптимизации. Основные определения

##### 1.1. Задачи оптимизации. Основные определения.

Рассмотрение понятия «задача оптимизации», основной терминологии, видов и подходов к решению таких задач.. Рассматривается область применения задач оптимизации..

#### 2. Одномерная минимизация функций. Прямые методы.

##### 2.1. Одномерная минимизация функций

Разбор одномерных задач минимизации функций.

##### 2.2. Прямые методы.

Методы, использующие только значения функции и не требующие вычисления ее производных.

#### 3. Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производных целевой функции

##### 3.1. Одномерная минимизация

Понятие производной и ее программная реализация. Применение производной для решения задач оптимизация.

##### 3.2. Методы, использующие информацию о производных целевой функции

Метод средней точки. Метод хорд. Метод Ньютона.

#### 4. Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного спуска.

##### 4.1. Общие принципы многомерной минимизации

Понятие многомерной минимизации.. Общие принципы многомерной минимизации.

##### 4.2. Методы градиентного спуска.

Программная реализация метода градиентного спуска.. Разбор типов задач, для которых применяет метод градиентного спуска.

#### 5. Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.

##### 5.1. Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.

Проблема минимизации многомерных задач.. Минимизация функций по правильному (регулярному) симплексу. Метод Хука – Дживса..

#### 6. Эвристические алгоритмы.

##### 6.1. Эвристические алгоритмы

Понятия генетического алгоритма, его основные принципы и свойства.. Область применения генетического алгоритма.. Программная реализация.

### 3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Генетический алгоритм;
2. Метод ветвей и границ;
3. Муравьиный алгоритм;
4. Метод градиентного спуска. Метод имитации отжига.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Задачи оптимизации. Основные определения"
2. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Одномерная минимизация функций. Прямые методы"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производных целевой функции"
4. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного спуска"
5. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач"
6. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Эвристические алгоритмы"

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные методы и подходы к решению задач оптимизации	ИД-1ПК-3	+			+		+	Лабораторная работа/Метод градиентного спуска. Метод имитации отжига
<b>Уметь:</b>								
разрабатывать, реализовывать и отлаживать алгоритмы оптимизации	ИД-1ПК-3			+			+	Лабораторная работа/Генетический алгоритм
реализовывать основные виды алгоритмов оптимизации в виде программного обеспечения;	ИД-1ПК-3	+			+			Лабораторная работа/Метод ветвей и границ
правильно выбирать вид алгоритма решения задачи оптимизации для каждой конкретной задачи;	ИД-1ПК-3		+	+			+	Лабораторная работа/Муравьиный алгоритм

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Генетический алгоритм (Лабораторная работа)
2. Метод ветвей и границ (Лабораторная работа)
3. Метод градиентного спуска. Метод имитации отжига (Лабораторная работа)
4. Муравьиный алгоритм (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами электростанций : сборник научных трудов / М-во энергетики и электрификации СССР, Гос. н.-и. энергетич. ин-т им. Г. М. Кржижановского . – Москва : [б.и.], 1984 . – 177 с.;
2. Олифер В. Г., Олифер Н. А.- "Основы сетей передачи данных", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (219 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100346>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Язык java.

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
12. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
13. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
14. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
15. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
16. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
17. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
18. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
19. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
20. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
21. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
22. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
23. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
24. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
25. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
26. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
27. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-101в-1, Лаборатория Автоматики кафедры РЗиАЭ	стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, оборудование специализированное, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Д-114, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный

Помещения для консультирования	Д-108, Кабинет сотрудников каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
	Д-106, Кабинет сотрудников каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Д-210, Помещение сотрудников кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	Д-208, Помещение кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютер персональный
	г-101в-3, Рабочее помещение сотрудников кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методы решения задач оптимизации

(название дисциплины)

## 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Метод градиентного спуска. Метод имитации отжига (Лабораторная работа)

КМ-2 Муравьиный алгоритм (Лабораторная работа)

КМ-3 Генетический алгоритм (Лабораторная работа)

КМ-4 Метод ветвей и границ (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	16
1	Задачи оптимизации. Основные определения					
1.1	Задачи оптимизации. Основные определения.		+			+
2	Одномерная минимизация функций. Прямые методы.					
2.1	Одномерная минимизация функций			+		
2.2	Прямые методы.			+		
3	Одномерная минимизация. Методы, использующие информацию о производных целевой функции					
3.1	Одномерная минимизация			+	+	
3.2	Методы, использующие информацию о производных целевой функции			+		
4	Общие принципы многомерной минимизации. Методы градиентного спуска.					
4.1	Общие принципы многомерной минимизации		+			+
4.2	Методы градиентного спуска.		+			
5	Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.					
5.1	Прямые методы безусловной минимизации многомерных задач.			+		
6	Эвристические алгоритмы.					
6.1	Эвристические алгоритмы		+		+	

	Bec KM, %:	25	25	25	25
--	------------	----	----	----	----