

**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: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ**

<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.09.01.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 75,7 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>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Толба М.А.
	Идентификатор	R3abf7e25-TolbaM-56163fc6

(подпись)

М.А. Толба

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

(подпись)

Р.Р. Насыров

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Рассмотреть вопросы применения методов математической оптимизации в электрических сетях

### Задачи дисциплины

- Решение практических задач в электрических сетях;
- Определение важности оптимизации энергосистемы (цель и фокус);
- Оптимизация на основе принципа целевой функции как актуальная тенденция в способах решения задач оптимизации для энергосистемы;
- Изучение ограничения в задачах оптимизации для энергосистемы.

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-1 Способен участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов	знать: - Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры; - Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER; - Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования.  уметь: - Готовить исходные данные для проведения оптимизационного расчета; - Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта; - Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление режимами работы электроэнергетических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Введение - А	9	3	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение - А"		
1.1	Введение - А	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	
2	Введение - Б	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	
2.1	Введение - Б	9		2	-	2	-	-	-	-	-	-	5		-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение - Б"
3	Концепция модели оптимизации	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	
3.1	Концепция модели оптимизации	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Концепция модели оптимизации"
4	Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	
4.1	Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функций" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 89-10
5	Определение задачи оптимизации	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	
5.1	Определение задачи оптимизации	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение задачи оптимизации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 57-69
6	Программы	12	2	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>		

	МАТPOWER и MATLAB												<i><b>теоретического материала:</b></i> Изучение дополнительного материала по разделу "Программы МАТPOWER и МАТLAB"
6.1	Программы МАТPOWER и MATLAB	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<i><b>Изучение материалов литературных источников:</b></i> [3], стр. 1-20
7	Современные алгоритмы оптимизации	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<i><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></i> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные алгоритмы оптимизации"
7.1	Современные алгоритмы оптимизации	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<i><b>Изучение материалов литературных источников:</b></i> [2], стр. 159-199
8	Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<i><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></i> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме"
8.1	Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>58</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>75.7</b>		

**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. Введение - А

#### 1.1. Введение - А

Система MatLab: режим командной строки, матрицы, объекты MatLab, функции. Построение графиков..

### 2. Введение - Б

#### 2.1. Введение - Б

Программирование в MatLab. Решение в системе MatLab: задач линейной алгебры, уравнений и системы уравнений, задачи нахождения экстремумов функции, задач интерполяции и регрессии..

### 3. Концепция модели оптимизации

#### 3.1. Концепция модели оптимизации

Модели оптимизации; Критерий оптимизации; Ограничения; Граничные условия; Глобальный и локальный оптимум.

### 4. Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции

#### 4.1. Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции

Операторы для Задачи Оптимизации в MATLAB; Характеристики задачи Операторов в MATLAB.

### 5. Определение задачи оптимизации

#### 5.1. Определение задачи оптимизации

Выпуклая, Вогнутая, и Невыпуклая функции. Линейная оптимизация. Нелинейная оптимизация.

### 6. Программы MATPOWER и MATLAB

#### 6.1. Программы MATPOWER и MATLAB

Понимание приложений MATPOWER и MATLAB в энергосистемах.

### 7. Современные алгоритмы оптимизации

#### 7.1. Современные алгоритмы оптимизации

Классификации эвристических методов на основе методов концептуализации.

### 8. Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме

#### 8.1. Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме

Оптимизация режимов энергосистемы на основе алгоритма оптимизации роя частиц. Методы оптимизации размещения компенсирующих устройств и возобновляемой распределенной генерации в радиальных электрических сетях.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Основы математической оптимизации;
2. Линейная математическая оптимизация;
3. Нелинейная математическая оптимизация;
4. Основы работы с программной средой Matlab;
5. Определение типа целевой функции;
6. Определение ограничений в виде равенств и неравенств.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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	7	8			
<b>Знать:</b>												
Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования	ИД-5ПК-1	+	+		+	+					Контрольная работа/Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования	
Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER	ИД-5ПК-1			+					+		Контрольная работа/Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники	
Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры	ИД-5ПК-1									+	+	Контрольная работа/Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования
<b>Уметь:</b>												
Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	ИД-5ПК-1									+	+	Контрольная работа/Использование программные средства для решения задач программирования Контрольная работа/Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники Контрольная работа/Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования
Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	ИД-5ПК-1									+	+	Контрольная работа/Использование программные средства для решения задач программирования Контрольная работа/Основы работы в системе MATLAB



										Контрольная работа/Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования
Готовить исходные данные для проведения оптимизационного расчета	ИД-5ПК-1							+	+	Контрольная работа/Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа)
2. Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа)
3. Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Итоговая оценка по Барс-структуре + оценка по зачету.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко- "Методы оптимизации", Издательство: "ТУСУР", Томск, 2017 - (198 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>;
2. А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров- "Курс методов оптимизации", (2-е изд.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2011 - (368 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629>;
3. Толба, М. А. Развитие методов оптимизации размещения компенсирующих устройств и возобновляемой распределенной генерации в радиальных электрических сетях: 05.14.02 "Электрические станции и электроэнергетические системы" : автореферат кандидата технических наук / М. А. Толба, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М., 2018 . – 20 с..

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. Антиплагиат ВУЗ.

### 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>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Математическая оптимизация электрических режимов

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа)
- КМ-2 Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа)
- КМ-3 Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа)
- КМ-4 Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Введение - А					
1.1	Введение - А			+		
2	Введение - Б					
2.1	Введение - Б			+		
3	Концепция модели оптимизации					
3.1	Концепция модели оптимизации					+
4	Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции					
4.1	Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции			+		
5	Определение задачи оптимизации					
5.1	Определение задачи оптимизации			+		
6	Программы MATPOWER и MATLAB					
6.1	Программы MATPOWER и MATLAB		+	+	+	+
7	Современные алгоритмы оптимизации					

7.1	Современные алгоритмы оптимизации		+	+	+
8	Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме				
8.1	Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме	+	+	+	+
Вес КМ, %:		25	25	25	25