

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

<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.11.04.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 39,7 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> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	2 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	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

(подпись)

В.О. Киндра

(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	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

(подпись)

М.В. Горелов

(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	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GarjajevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов оптимизации, используемых в инженерной практике при проектировании, изготовлении и анализе функционирования технических систем, и освоение инструментов проведения оптимизационных исследований в современных программных комплексах

### Задачи дисциплины

- изучение оптимизационных методов, позволяющих осуществить выбор наилучшего варианта без непосредственной проверки всех возможных вариантов решения инженерных задач, возникающих на различных стадиях жизненного цикла технических систем или их составных частей;
- ознакомление с особенностями определения конечно-целевых функций оптимизации технических систем и особенностями подготовки численных моделей для проведения оптимизационных исследований;
- изучение методов определения критериев оптимизации технической системы или ее части;
- освоение инструментов специализированных программных комплексов конечно-элементного анализа для проведения параметрической оптимизации конструкции деталей энергетических установок.

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 выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники	знать: - основы оптимизации при проектировании технических систем; - методы оптимизации технических систем.  уметь: - использовать методы корреляционного и регрессионного анализа при оптимизации технических систем; - проводить оптимизацию с помощью методов программирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 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 2 зачетных единицы, 72 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	Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем	17	2	-	-	8	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 63-107	
1.1	Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем	17		-	-	8	-	-	-	-	-	-	9		-
2	Теория оптимальности	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 107-182 [2], 107-132
2.1	Теория оптимальности	18		-	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Методы построения математических моделей технических систем	15.7		-	-	8	-	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 151-175
3.1	Методы построения математических моделей технических систем	15.7		-	-	8	-	-	-	-	-	-	7.7	-	
4	Оптимизация при моделировании технических систем	21		-	-	8	-	-	-	-	-	-	13	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 176-228
4.1	Оптимизация при моделировании технических систем	21		-	-	8	-	-	-	-	-	-	13	-	
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-		

	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>		-	-	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>		-	-	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</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. Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем

1.1. Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем

Переход к конечно-разностным уравнениям. Операция формального интегрирования. Источниковые члены уравнения. Особенности разностных гидродинамических уравнений. Вычислительный алгоритм.

#### 2. Теория оптимальности

2.1. Теория оптимальности

Основы оптимизации при проектировании технических систем. Линейное программирование. Нелинейное программирование. Нелинейное программирование при наличии ограничений..

#### 3. Методы построения математических моделей технических систем

3.1. Методы построения математических моделей технических систем

Основные понятия корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов. Условия применимости статистического анализа. Оценка достоверности результатов анализа. Выбор параметров статистической модели.

#### 4. Оптимизация при моделировании технических систем

4.1. Оптимизация при моделировании технических систем

Критерии оптимизации в машиностроении. Классификация методов оптимизации. Оптимизация производственных процессов методом линейного программирования. Примеры оптимизации технических систем, решаемые методом линейного программирования.

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

1. Методы решения разностных уравнений;
2. Методы дискретизации дифференциальных уравнений;
3. Использование оптимизации при проектировании технических систем;
4. Линейное и нелинейное программирование в оптимизации;
5. Применение корреляционного и регрессионного анализа в оптимизации;
6. Оценка достоверности результатов анализа;
7. Оптимизация методом линейного программирования;
8. Оптимизация методом нелинейного программирования.

### **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	
<b>Знать:</b>						
методы оптимизации технических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+				Тестирование/Методы оптимизации
основы оптимизации при проектировании технических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+			Тестирование/Основы оптимизации при проектировании технических систем
<b>Уметь:</b>						
проводить оптимизацию с помощью методов программирования	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>				+	Контрольная работа/Оптимизация методом линейного программирования
использовать методы корреляционного и регрессионного анализа при оптимизации технических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+		Контрольная работа/Корреляционный, регрессионный анализ в оптимизации

## **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: Письменная работа

1. Корреляционный, регрессионный анализ в оптимизации (Контрольная работа)
2. Методы оптимизации (Тестирование)
3. Оптимизация методом линейного программирования (Контрольная работа)
4. Основы оптимизации при проектировании технических систем (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной 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. Авдюнин Е. Г. - "Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок", Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2019 - (184 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/124637>;
2. 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>;
3. Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.- "Основы математического моделирования технических систем", (2-е изд.), Издательство: "ФЛИНТА", Москва, 2011 - (271 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44652](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44652).

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesy;
5. Майнд Видеоконференции.

### **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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
21. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-207, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-207, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-207, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Алгоритмизация задач теплоэнергетики

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Методы оптимизации (Тестирование)
- КМ-2 Основы оптимизации при проектировании технических систем (Тестирование)
- КМ-3 Корреляционный, регрессионный анализ в оптимизации (Контрольная работа)
- КМ-4 Оптимизация методом линейного программирования (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	16
1	Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем					
1.1	Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем		+			
2	Теория оптимальности					
2.1	Теория оптимальности			+		
3	Методы построения математических моделей технических систем					
3.1	Методы построения математических моделей технических систем				+	
4	Оптимизация при моделировании технических систем					
4.1	Оптимизация при моделировании технических систем					+
Вес КМ, %:			5	15	35	45