

**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. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 16 часов;
<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>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Степанова Т.А.
	Идентификатор	R23096501-StepanovaTA-d031e2f

(подпись)

Т.А. Степанова

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Писарев Д.С.
	Идентификатор	Radb74374-PisarevDS-0915d1cb

(подпись)

Д.С. Писарев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** развитие общесистемного технического творческого мышления и приобретение компетенций в решении технических задач и планировании внедрения новых наукоемких технологий

### Задачи дисциплины

- освоение классификации и базовых методов анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике. освоение методов разрешения противоречий в технических системах;

- приобретение навыков поиска новых технических решений, используя основные методы и приемы активизации творческой деятельности (приемы, стандарты и алгоритм решения изобретательских задач) при решении изобретательских задач.

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-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования	знать: - приемы, стандарты решения изобретательских задач.  уметь: - определять последовательность решения задач.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач	знать: - основные средства и методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.  уметь: - проводить анализ полученных результатов исследования.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения	знать: - алгоритмы решения изобретательских задач.  уметь: - применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	знать: - цели и задачи исследований в области теплоэнергетики.  уметь: - применять средства анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели и задачи исследования.</li> </ul>
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор методов и средств анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные 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	Методы разрешения противоречий в технических системах	20	2	4	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 6-15</p>
1.1	Вепольный анализ	10		2	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
1.2	Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов	10		2	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
2	Операторы задач устранения технических противоречий	27		6	-	6	-	-	-	-	-	15	-	
2.1	Операторы задач устранения технических противоречий	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>	
2.2	Оператор «размер-время-стоимость»	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		
2.3	Методы «Энергетика»	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		

													дополнительного материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 100-105, 120-126
3	Группа методов «Энергетика»	24.7	6	-	4	-	-	-	-	-	14.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Группа методов «Энергетика»"
3.1	Группа методов «Энергетика»	9.7	3	-	2	-	-	-	-	-	4.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Группа методов «Энергетика»"
3.2	Алгоритм построения многофакторных регрессионных моделей	15	3	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 201-206
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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 разрешения противоречий в технических системах

##### 1.1. Вепольный анализ

Вепольный анализ.. Модель чёрного ящика и структуры системы. Диаграмма Исикавы-Сибирякова.

##### 1.2. Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов

Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов. Системный оператор типов «подсистема-система-надсистема», «прошлое-настоящее-будущее».

#### 2. Операторы задач устранения технических противоречий

##### 2.1. Операторы задач устранения технических противоречий

Операторы задач устранения технических противоречий. идеальный конечный результат, техническое противоречие, физическое противоречие.. Инструмент «Пятишаговка».

##### 2.2. Оператор «размер-время-стоимость»

Оператор «размер-время-стоимость». Метод «маленьких человечков».

##### 2.3. Методы «Энергетика»

Принцип дробления, принцип местного качества. Принцип "матрешки", принцип эквипотенциальности.

#### 3. Группа методов «Энергетика»

##### 3.1. Группа методов «Энергетика»

Принцип частичного или избыточного решения. использование механических колебаний, принцип проскока, принцип "обратить вред в пользу", дешёвая недолговечность взамен дорогой долговечности, применение фазовых переходов.

##### 3.2. Алгоритм построения многофакторных регрессионных моделей

Метод наименьших квадратов. Линейный регрессионный анализ.. Проверка исходных данных по критериям коллинеарности и мультиколлинеарности.. Границы применимости процедуры формулирования матрицы обобщённых факторов. Искусственные нейронные сети. Формулирование группы прогнозных предиктивных правил. Определение оптимальной по точности конфигурации искусственной нейронной сети.

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

1. Подбор материалов для выполнения и защиты материалов доклада по анализу использования методов инженерного исследования в области энергетики;
2. Освоение методов информационного поиска в базах данных научно-технических и патентных источников;
3. Обсуждение методов исследования;
4. При работе с информационными ресурсами студент знакомится с терминологией и основными выражениями на английском языке, приобретает навык работы со специализированными зарубежными научными журналами, стандартами и интернет-ресурсами по теме курса..

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы разрешения противоречий в технических системах"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Операторы задач устранения технических противоречий"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Группа методов «Энергетика»"

### **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	
<b>Знать:</b>					
приемы, стандарты решения изобретательских задач	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+			Контрольная работа/КМ-1
основные средства и методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>	+			Контрольная работа/КМ-1
алгоритмы решения изобретательских задач	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub>	+			Контрольная работа/КМ-1
цели и задачи исследований в области теплоэнергетике	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+			Контрольная работа/КМ-1
основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>		+		Контрольная работа/КМ-2
основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub>		+		Контрольная работа/КМ-2
<b>Уметь:</b>					
определять последовательность решения задач	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3
проводить анализ полученных результатов исследования	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3
применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3
применять средства анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3
формулировать цели и задачи исследования	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3
обосновывать выбор методов и средств анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub>			+	Контрольная работа/КМ-3

## **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. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-2 (Контрольная работа)
3. КМ-3 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №2)*

На основании баллов, полученных за КМ. при необходимости - использование промежуточной аттестации

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. Чистяков, В. П. Курс теории вероятностей / В. П. Чистяков . – 8-е изд., испр . – М. : Эдиториал УРСС, 2015 . – 304 с. - ISBN 978-5-9710-1065-4 .;
2. Теория и техника теплофизического эксперимента : учебное пособие для инженерно-физич. и энергомашиностроительных специальностей / Ю. Ф. Гортышов, [и др.] ; ред. В. К. Щукин . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 360 с.;
3. Р. Г. Сафин, Н. Ф. Тимербаев, А. И. Иванов- "Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2013 - (154 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270277>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. 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 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. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
12. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
13. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-405, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория и практика инженерного исследования

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

КМ-1 КМ-1 (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	10	15
1	Методы разрешения противоречий в технических системах				
1.1	Вепольный анализ		+		
1.2	Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов		+		
2	Операторы задач устранения технических противоречий				
2.1	Операторы задач устранения технических противоречий			+	
2.2	Оператор «размер-время-стоимость»			+	
2.3	Методы «Энергетика»			+	
3	Группа методов «Энергетика»				
3.1	Группа методов «Энергетика»				+
3.2	Алгоритм построения многофакторных регрессионных моделей				+
Вес КМ, %:			30	30	40