

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: Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет	2 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров И.И.
	Идентификатор	R2514074e-KomarovII-5b1c67c1

И.И. Комаров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соколов В.П.
	Идентификатор	R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c1

В.П. Соколов

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

А.Н. Рогалев

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 _{ОПК-1} Формулирует цели и задачи исследования	знать: - основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения. уметь: - проводить анализ полученных результатов исследования.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 _{ОПК-1} Определяет последовательность решения задач	знать: - основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании. уметь: - определять последовательность решения задач.
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-3 _{ОПК-1} Формулирует критерии принятия решения	знать: - цели и задачи исследований в области теплоэнергетики. уметь: - формулировать цели и задачи исследования.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	знать: - приемы, стандарты решения изобретательских задач. уметь: - применять средства анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.
ОПК-2 Способен применять современные	ИД-2 _{ОПК-2} Проводит анализ полученных результатов	знать: - основные средства и методы анализа

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		<p>изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновывать выбор методов и средств 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-3опк-2 Представляет результаты выполненной работы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алгоритмы решения изобретательских задач. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике (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	18	2	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы разрешения противоречий в технических системах"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 252-260 [3], 321-330 [5], 85-91</p>	
1.1	Вепольный анализ	9		2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		
1.2	Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов	9		2	-	2	-	-	-	-	-	5	-		
2	Операторы задач устранения технических противоречий	35		8	-	8	-	-	-	-	-	19	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
2.1	Операторы задач устранения технических противоречий	11		2	-	4	-	-	-	-	-	5	-		
2.2	Оператор «размер-	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-			

	время-стоимость»																		
2.3	Методы «Энергетика»	12	4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-						<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Операторы задач устранения технических противоречий" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 290-300 [2], 175-183 [6], 87-92 [7], 25-30
3	Группа методов «Энергетика»	18.7	4	-	4	-	-	-	-	-	-	10.7	-						<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Группа методов «Энергетика»" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Группа методов «Энергетика»" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 320-325 [3], 110-120 [4], 314-325
3.1	Группа методов «Энергетика»	9	2	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-						
3.2	Алгоритм построения многофакторных регрессионных моделей	9.7	2	-	2	-	-	-	-	-	-	5.7	-						
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-						
	Всего за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	-	0.3	39.7	-						
	Итого за семестр	72.0	16	-	16						0.3	39.7							

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 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. Семинар 6. Задачи на групповые методы;
2. Семинар 5. Задачи на противоречие;
3. Семинар 4. Задачи на противоречие;
4. Семинар 7. Задачи на линейный регрессионный анализ;
5. Семинар 2. Задачи на идеальный конечный результат;
6. Семинар 1. Задачи на анализ исходной ситуации и постановку задач;
7. Семинар 3. Задачи на физические эффекты;
8. Семинар 8. Задачи на моделирование посредством искусственных нейронных сетей.

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	
Знать:					
основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения	ИД-1 _{ОПК-1}	+			Контрольная работа/КМ-1
основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании	ИД-2 _{ОПК-1}	+			Контрольная работа/КМ-1
цели и задачи исследований в области теплоэнергетике	ИД-3 _{ОПК-1}	+			Контрольная работа/КМ-1
приемы, стандарты решения изобретательских задач	ИД-1 _{ОПК-2}		+		Контрольная работа/КМ-2
основные средства и методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-2 _{ОПК-2}		+		Контрольная работа/КМ-2
алгоритмы решения изобретательских задач	ИД-3 _{ОПК-2}		+		Контрольная работа/КМ-2
Уметь:					
проводить анализ полученных результатов исследования	ИД-1 _{ОПК-1}			+	Контрольная работа/КМ-3
определять последовательность решения задач	ИД-2 _{ОПК-1}			+	Контрольная работа/КМ-3
формулировать цели и задачи исследования	ИД-3 _{ОПК-1}			+	Контрольная работа/КМ-3
применять средства анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-1 _{ОПК-2}			+	Контрольная работа/КМ-3
обосновывать выбор методов и средств анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-2 _{ОПК-2}			+	Контрольная работа/КМ-3
применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	ИД-3 _{ОПК-2}			+	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. Ревенков, А. В. Теория и практика решения технических задач : учебное пособие для вузов / А. В. Ревенков, Е. В. Резчикова . – 3-е изд., испр. и доп . – М. : Форум, 2013 . – 384 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-91134-750-5 .;
2. Альтшуллер, Г. С. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Московский рабочий, 1973 . – 296 с.;
3. Альтшуллер, Г. С. Как стать гением : Жизненная стратегия творческой личности / Г. С. Альтшуллер, И. М. Верткин . – Мн. : Беларусь, 1994 . – 479 с. - ISBN 985-01-0075-3 : 4000.00 .;
4. Кукалев, С. В. Правила творческого мышления, или тайные пружины ТРИЗ / С. В. Кукалев . – М. : Форум : ИНФРА-М, 2014 . – 416 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-91134-757-4 .;
5. Шустов, М. А. Методические основы инженерно-технического творчества : монография / М. А. Шустов . – М. : ИНФРА-М, 2017 . – 128 с. – (Научная мысль) . - ISBN 978-5-16-009927-9 .;
6. Конопатов С. Н.- "Решение нестандартных инженерно-экономических задач посредством ТРИЗ", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Дашков и К", Москва, 2019 - (121 с.) <https://e.lanbook.com/book/173898>;
7. А. А. Гин- "Триз-педагогика: учим креативно мыслить", Издательство: "Вита-Пресс", Москва, 2016 - (96 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458906>.

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
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>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
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	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	З-318, Помещение не существует	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф

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:	5	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	35	35