

**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: Научно-технологические инновации и управление инновациями в теплоэнергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория и практика инженерного исследования**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


И.И. Комаров

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурмакина А.В.
	Идентификатор	Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda


(подпись)

А.В.  
Бурмакина

(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)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки

ИД-1 Формулирует цели и задачи исследования

ИД-2 Определяет последовательность решения задач

ИД-3 Формулирует критерии принятия решения

2. ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

ИД-1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

ИД-2 Проводит анализ полученных результатов

ИД-3 Представляет результаты выполненной работы

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 (Контрольная работа)

2. КМ-2 (Контрольная работа)

3. КМ-3 (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	5	10	15
Методы разрешения противоречий в технических системах				
Вепольный анализ		+		
Причинно-следственный анализ нежелательных эффектов		+		
Операторы задач устранения технических противоречий				
Операторы задач устранения технических противоречий			+	
Оператор «размер-время-стоимость»			+	
Методы «Энергетика»			+	

Группа методов «Энергетика»			
Группа методов «Энергетика»			+
Алгоритм построения многофакторных регрессионных моделей			+
Вес КМ:	30	35	35

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования	Знать: основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения Уметь: проводить анализ полученных результатов исследования	КМ-1 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)
ОПК-1	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач	Знать: основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании Уметь: определять последовательность решения задач	КМ-1 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)
ОПК-1	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения	Знать: цели и задачи исследований в области теплоэнергетике Уметь: формулировать цели и	КМ-1 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)

		задачи исследования	
ОПК-2	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> 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	КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)
ОПК-2	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	Знать: основные средства и методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике Уметь: обосновывать выбор методов и средств анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)
ОПК-2	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы	Знать: алгоритмы решения изобретательских задач Уметь: применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного	КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа)

		развития конструкций и систем в энергетике	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ-1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам.

**Время проведения** - 20 минут

#### Краткое содержание задания:

Задание направлено на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы математической статистики в формулировании критерия принятия решения	1.Обосновать актуальность и новизну предлагаемого проекта в контексте современных исследований с использованием современных литературных источников 2.Какие этапы научного планирования выделяются при проведении исследований?
Знать: основы теории вероятностей и математической статистики в инженерном исследовании	1.Техническое противоречие Изобразить веполь до и после изменений системы Предложить решение 2.формулировать цель и задачи планируемого исследования. Объект исследования должен быть тематически связан с темой научно-исследовательского проекта студента
Знать: цели и задачи исследований в области теплоэнергетике	1.Сформулировать: 1. Задачу в инженерном изложении 2. Формула задачи 3. Идеальный конечный результат

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценку «отлично» заслуживает слушатель, который правильно и развернуто ответил на вопрос

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценки «хорошо» заслуживает слушатель, который правильно, но не развернуто ответил на вопрос, или допустил в ответе небольшие неточности и недочеты или одну негрубую ошибку

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* : Оценки «удовлетворительно» заслуживает слушатель, который дал неполный ответ, допустил в ответе более одной (но не более трех) негрубой ошибки



## КМ-2. КМ-2

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам.

Время проведения - 20 минут

### Краткое содержание задания:

Задание направлено на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: приемы, стандарты решения изобретательских задач	1.Прогнозирование в статистике - это: 2.Закон больших чисел утверждает, что:
Знать: основные средства и методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	1.Показатель дисперсии - это: 2.. Среднеквадратическое отклонение характеризует
Знать: алгоритмы решения изобретательских задач	1.Сформулировать: Задачу в инженерном изложении Формула задачи Идеальный конечный результат 2.Техническое противоречие. Изобразить веполь до и после изменений системы. Выделить исследуемый фактор и применить оператор РВС. Использовать «метод маленьких человечков». Использовать модель 9-ти экранов. Предложить решение

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценку «отлично» заслуживает слушатель, который правильно и развернуто ответил на вопрос

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценки «хорошо» заслуживает слушатель, который правильно, но не развернуто ответил на вопрос, или допустил в ответе небольшие неточности и недочеты или одну негрубую ошибку

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценки «удовлетворительно» заслуживает слушатель, который дал неполный ответ, допустил в ответе более одной (но не более трех) негрубой ошибки

## КМ-3. КМ-3

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 35**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется по вариантам.  
Время проведения - 20 минут

**Краткое содержание задания:**

Задание направлено на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проводить анализ полученных результатов исследования	1. Оценка влияния технологического процесса на средства измерения
Уметь: определять последовательность решения задач	1. Построение факторного эксперимента. Вычисление оценки градиента
Уметь: формулировать цели и задачи исследования	1. Отсевание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента
Уметь: применять средства анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	1. Если есть основания считать, что ни одно из событий не является более возможным, чем другое, то события называют 2. Составление матрицы планирования эксперимента.
Уметь: обосновывать выбор методов и средств анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	1. Планирование экстремальных экспериментов. 2. Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии
Уметь: применять методы анализа изобретения с точки зрения перспективного развития конструкций и систем в энергетике	1. Изобразить веколь до и после изменений системы. Выделить исследуемый фактор и применить оператор РВС. Использовать «метод маленьких человечков». Использовать модель 9-ти экранов. Использовать не менее трёх приёмов изобретательского инструмента «Энергетика». Предложить решение

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценку «отлично» заслуживает слушатель, который правильно и развернуто ответил на вопрос

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценки «хорошо» заслуживает слушатель, который правильно, но не развернуто ответил на вопрос, или допустил в ответе небольшие неточности и недочеты или одну негрубую ошибку

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценки «удовлетворительно» заслуживает слушатель, который дал неполный ответ, допустил в ответе более одной (но не более трех) негрубой ошибки



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет

### Пример билета

#### Подъем шлюзовых затворов

Искусственные водоемы для разведения рыбы обычно делают, перегораживая реку плотиной. В другом случае — для введения в хозяйственный оборот затопленных пространств — организуют водоемы для рыбохозяйств, используя водоемы на затопленных территориях при создании больших гидроэлектростанций. Причем такие водоемы для разведения рыбы могут располагаться на большом расстоянии от тела плотины и должны иметь собственные устройства для регулирования (слива) уровня воды. Зачастую в эти места сложно и дорого проводить электрическую энергию для работы небольших шлюзовых затворов.

Поэтому используют затворы «на ручной тяге». Одна из таких конструкций: для слива воды в плотине устанавливают шлюзовой затвор — тяжелый прямоугольный щит, скользящий по полозьям вверх или вниз. Для подъема щита на плотине монтируют ручную тросовую лебедку — коническую или червячную передачу с ручным приводом. Эти подъемные механизмы постепенно покрываются ржавчиной и превращаются в неподвижные монолиты. Поднять в нужный момент массивный затвор вручную становится невозможным — человеку не хватает силы вращать рукоятку.

Какое устройство позволит человеку без особых усилий поднимать или опускать шлюзовой затвор?

#### Процедура проведения

письменно в аудитории. время - 30 минут

#### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Формулирует цели и задачи исследования

#### Вопросы, задания

1. Формула задачи
2. Идеальный конечный результат

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как называется конфликт внутри технической системы между ее параметрами, узлами, деталями

Ответы:

1. Конфликт технической системы
2. Техническое противоречие
3. Постановка задачи
4. Несоответствие параметров узлов системы

Верный ответ: 2

2. Выберите наиболее близкое определение оператору РВС

Ответы:

1. Построение физических моделей, максимизирующих задачу в осях стоимости, времени, размера
  2. Набор мысленных экспериментов над условиями задачи в осях стоимости, времени, размера
  3. Построение физических моделей, минимизирующих задачу в осях стоимости, времени, размера
  4. Набор мысленных экспериментов по поиску оптимума системы в осях стоимости, времени, размера
- Верный ответ: 2

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Определяет последовательность решения задач

**Вопросы, задания**

1. Техническое противоречие
2. Изобразить веполь до и после изменений системы

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Кто является основоположником теории решения изобретательских задач?

Ответы:

1. В.И. Ленин
2. М.В. Ломоносов
3. Г.С. Альтшуллер
4. А.С. Кенигсберг

Верный ответ: 3

2. В чём состоит “Принцип наоборот”?

Ответы:

1. Сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную - движущейся
2. Перевернуть объект "вверх ногами"

Верный ответ: 1, 2

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-1</sub> Формулирует критерии принятия решения

**Вопросы, задания**

1. Выделить исследуемый фактор и применить оператор РВС
2. Использовать «метод маленьких человечков»

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. В чём состоит “Принцип вынесения”?

Ответы:

1. Отделить от объекта "мешающую" часть ("мешающее" свойство)
2. Выделить единственно нужную часть (нужное свойство)

Верный ответ: 1, 2

2. В чём состоит суть модели 9-ти экранов

Ответы:

1. Построение физических моделей, максимизирующих задачу в осях времени, размера
2. Набор мысленных экспериментов над условиями задачи в осях времени, размера
3. Построение физических моделей, минимизирующих задачу в осях времени, размера
4. Набор мысленных экспериментов по поиску оптимума системы в осях времени, размера

Верный ответ: 2

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи

**Вопросы, задания**

1.Использовать не менее трёх приёмов изобретательского инструмента «Энергетика»

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1.В чём состоит “Принцип сфероидальности”?

Ответы:

1.Перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям.

2. Перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу

Верный ответ: 1, 2

2.В чём состоит “Принцип объединения”?

Ответы:

1.Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты

2.Соединить несколько одинаковых объектов для увеличения производительности

3.Соединить несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах

Верный ответ: 1

**5. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов

**Вопросы, задания**

1.При решении сформулировать:

Задачу в инженерном изложении

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1.В чём состоит суть метода маленьких человечков?

Ответы:

1.Представлять как много маленьких человечков выполняют сложную задачу в целях определения минимальной численности работников

2.Мысленно заменять реальных сотрудников на множество маленьких человечков в целях определения минимальной численности роботизированных исполнителей для выполнения операции на конвейере

3.Заменять некие сложные системы группами человечков, обладающих всеми возможными сверхспособностями и действующих конкретным образом — в соответствии со свойствами данной системы

Верный ответ: 3

2.В чём состоит “Принцип местного качества”?

Ответы:

1.Намеренное с целью удешевления ухудшение качества изделия в местах где нет необходимости в высоком качестве при сохранении срока службы изделия в целом

2. Каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы

3. Намеренное с целью сокращение срока службы ухудшение качества изделия в местах наибольшего износа изделия

Верный ответ: 2

## **6. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ОПК-2</sub> Представляет результаты выполненной работы

### **Вопросы, задания**

- 1.Использовать модель 9-ти экранов

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Название инструмента, в котором последовательно выполняются грамотное формулирование задачи и выявление противоречия; выявления имеющихся ресурсов; применение известных моделей решений и выявление возможностей по улучшению решений

Ответы:

- 1.Шестишаговка
- 2.Пятишаговка
- 3.Четырехшаговка
- 4.Трёхшаговка

Верный ответ: 2

- 2.В чём состоит “Принцип асимметрии”?

Ответы:

- 1.Перейти от симметричной формы объекта к асимметричной.
- 2.Если объект асимметричен, увеличить степень асимметрии.

Верный ответ: 1, 2

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена верно или с несущественными недостатками

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

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