

**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  
Методы оптимизации в теплоэнергетике**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

А.Н. Рогалев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Милюков И.А.
Идентификатор	R4a280e9c-MiliukovIA-621c67c1	

И.А.  
Милюков

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

## 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. ПК-2 Способен применять информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции

ИД-1 Проводит научные исследования с применением методов математического и физического моделирования, обрабатывает и интерпретирует полученные результаты

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

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

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем					
Общие вопросы методов оптимизации проектирования технических систем		+			
Теория оптимальности					
Теория оптимальности			+		
Методы построения математических моделей технических систем					
Методы построения математических моделей технических систем				+	
Оптимизация при моделировании технических систем					
Оптимизация при моделировании технических систем					+
	Вес КМ:	5	15	35	45

\$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
ПК-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Проводит научные исследования с применением методов математического и физического моделирования, обрабатывает и интерпретирует полученные результаты	Знать: основы оптимизации при проектировании технических систем методы оптимизации технических систем Уметь: проводить оптимизацию с помощью методов программирования использовать методы корреляционного и регрессионного анализа при оптимизации технических систем	КМ-1. Методы оптимизации (Тестирование) КМ-2. Оптимизация при проектировании технических систем (Тестирование) КМ-3. Корреляционный, регрессионный анализ в оптимизации (Контрольная работа) КМ-4. Оптимизация методом линейного программирования (Контрольная работа)

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

### КМ-1. КМ-1. Методы оптимизации

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом

#### Краткое содержание задания:

Задание направлено на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы оптимизации технических систем	<p>1. Модели задач математического программирования не включают:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) план задачи</li><li>б) целевую задачи</li><li>в) условия задачи</li><li>г) следствие задачи</li></ul> <p>Ответ: г</p> <p>2. По типу параметров задачи оптимизации различают:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) непрерывные задачи оптимизации и дискретные задачи оптимизации</li><li>б) задачи одномерной оптимизации и задачи многомерной оптимизации</li><li>в) детерминированная задача оптимизации и стохастическая задача оптимизации</li></ul> <p>Ответ: а</p> <p>3. К задачам непрерывного программирования не относится:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) целочисленное программирование</li><li>б) условная оптимизация</li><li>в) многомерная оптимизация</li></ul> <p>Ответ: а</p> <p>4. К задачам квадратичного программирования не относится:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) градиентные методы</li><li>б) сепарабельные функции</li><li>в) специальные методы</li></ul> <p>Ответ: б</p> <p>5. К основным характеристикам численных алгоритмов относится:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) отсутствие сходимости сходимостью алгоритма</li><li>б) неустойчивость метода к погрешностям в вычислениях</li><li>в) чувствительность метода к параметрам алгоритма</li></ul> <p>Ответ: в</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-2. КМ-2. Оптимизация при проектировании технических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом

**Краткое содержание задания:**

Задание направлено на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основы оптимизации при проектировании технических систем</p>	<p>1.Основным критерием при проведении оптимизации структуры и параметров тепловых схем тепловых электрических станций в обеспечении их максимальной энергоэффективности является: а) максимальное значение электрического КПД нетто б) максимальное значение электрического КПД брутто в) минимальное значение доли собственных нужд Ответ: а</p> <p>2.Основным критерием при проведении оптимизации структуры и параметров тепловых схем тепловых электрических станций в обеспечении достижения наилучших финансово-экономических показателей является: а) максимальный маржинальный доход от продажи электроэнергии и тепла б) максимальный чистый дисконтированный доход в) минимальные капитальные затраты Ответ: б</p> <p>3.На оптимальное значение температуры питательной воды для паротурбинного энергоблока</p>
--	--

	<p>наименьшее влияние имеет:</p> <p>а) вид топлива</p> <p>б) параметры рабочей среды на входе и выходе из паровой турбины</p> <p>в) параметры наружного воздуха</p> <p>Ответ: в</p> <p>4. Экстремумы имеют следующие функции:</p> <p>а) зависимость термического КПД паротурбинного энергоблока от температуры питательной воды</p> <p>б) зависимость термического КПД паротурбинной установки от количества регенеративных подогревателей</p> <p>в) зависимость термического КПД паротурбинной установки от количества промежуточных перегревателей</p> <p>Ответ: а</p> <p>5. Экстремумы имеют следующие функции:</p> <p>а) количество образующихся термических оксидов азота в топке от температуры факела в диапазоне температур факела от 1000 до 2000°C</p> <p>б) зависимость электрического КПД нетто паротурбинного энергоблока от давления вторичного перегрева</p> <p>в) зависимость электрического КПД нетто паротурбинного энергоблока от величины недогревов в регенеративных подогревателях</p> <p>Ответ: б</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

**КМ-3. КМ-3. Корреляционный, регрессионный анализ в оптимизации**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

**Краткое содержание задания:**

Задание направлено на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать методы корреляционного и регрессионного анализа при оптимизации технических систем	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Описать этапы построения математической модели</li><li>2.Дать определения корреляционной и функциональной связи</li><li>3.Перечислить свойства коэффициента корреляции</li><li>4.Дать определение среднему квадратичному отклонению регрессии</li><li>5.Дать определение доверительной зоне регрессии</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-4. КМ-4. Оптимизация методом линейного программирования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 45

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

**Краткое содержание задания:**

Задание направлено на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проводить оптимизацию с помощью методов программирования	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Описать геометрический смысл задачи линейного программирования</li><li>2.Описать симплекс-метод</li><li>3.Сформулировать постановку транспортной задачи</li><li>4.Сформулировать постановку задачи о наилучшем использовании ресурсов</li><li>5.Сформулировать постановку задачи о смесях</li></ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Билет №1

1. Пояснить геометрический смысл необходимого условия экстремума
2. Описать метод поиска оптимального решения для функции одной переменной
3. Описать метод поиска оптимального решения для функции одной переменной

### Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме. К зачету допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Проводит научные исследования с применением методов математического и физического моделирования, обрабатывает и интерпретирует полученные результаты

### Вопросы, задания

1. Сформулировать теорему Вейерштрасса
2. Сформулировать теорему Ферма
3. Пояснить геометрический смысл необходимого условия экстремума
4. Описать общую схему отыскания экстремума
5. Перечислить критерии оптимальности и ограничения
6. Описать постановку задачи линейного программирования
7. Описать постановку задачи нелинейного программирования
8. Дать определения понятиям выпуклости и вогнутости
9. Дать классификацию методов нелинейного программирования
10. Описать метод поиска оптимального решения для функции одной переменной
11. Задания:  
Описать геометрический смысл задачи линейного программирования
12. Описать симплекс-метод
13. Сформулировать постановку транспортной задачи
14. Сформулировать постановку задачи о наилучшем использовании ресурсов
15. Перечислить свойства коэффициента корреляции

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Модели задач математического программирования не включают:

Ответы:

- а) план задачи
- б) целевую задачу
- в) условия задачи
- г) следствие задачи

Верный ответ: г

2. По типу параметров задачи оптимизации различают:

Ответы:

- а) непрерывные задачи оптимизации и дискретные задачи оптимизации
- б) задачи одномерной оптимизации и задачи многомерной оптимизации
- в) детерминированная задача оптимизации и стохастическая задача оптимизации

Верный ответ: а

3.К задачам непрерывного программирования не относится:

Ответы:

- а) целочисленное программирование
- б) условная оптимизация
- в) многомерная оптимизация

Верный ответ: а

4.К задачам квадратичного программирования не относится:

Ответы:

- а) градиентные методы
- б) сепарабельные функции
- в) специальные методы

Верный ответ: б

5.К основным характеристикам численных алгоритмов относится:

Ответы:

- а) отсутствие сходимости сходимостью алгоритма
- б) неустойчивость метода к погрешностям в вычислениях
- в) чувствительность метода к параметрам алгоритма

Верный ответ: в

6.Основным критерием при проведении оптимизации структуры и параметров тепловых схем тепловых электрических станций в обеспечении их максимальной энергоэффективности является:

Ответы:

- а) максимальное значение электрического КПД нетто
- б) максимальное значение электрического КПД брутто
- в) минимальное значение доли собственных нужд

Верный ответ: а

7.Основным критерием при проведении оптимизации структуры и параметров тепловых схем тепловых электрических станций в обеспечении достижения наилучших финансово-экономических показателей является:

Ответы:

- а) максимальный маржинальный доход от продажи электроэнергии и тепла
- б) максимальный чистый дисконтированный доход
- в) минимальные капитальные затраты

Верный ответ: б

8.На оптимальное значение температуры питательной воды для паротурбинного энергоблока наименьшее влияние имеет:

Ответы:

- а) вид топлива
- б) параметры рабочей среды на входе и выходе из паровой турбины
- в) параметры наружного воздуха

Верный ответ: в

9.Экстремумы имеют следующие функции:

Ответы:

- а) зависимость термического КПД паротурбинного энергоблока от температуры питательной воды
- б) зависимость термического КПД паротурбинной установки от количества регенеративных подогревателей

в) зависимость термического КПД паротурбинной установки от количества промежуточных перегревателей

Верный ответ: а

10. Экстремумы имеют следующие функции:

Ответы:

а) количество образующихся термических оксидов азота в топке от температуры факела в диапазоне температур факела от 1000 до 2000°C

б) зависимость электрического КПД нетто паротурбинного энергоблока от давления вторичного перегрева

в) зависимость электрического КПД нетто паротурбинного энергоблока от величины недогрева в регенеративных подогревателях

Верный ответ: б

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно*

*Оценка: 2*

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

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих