

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная теплоэнергетика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Котельные установки и парогенераторы**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|                                                                                   | Владелец                                           | Киндра В.О.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О. Киндра

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Яворовский Ю.В.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149 |

Ю.В.  
Яворовский

## 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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-3 Принимает участие в оценке влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Гидродинамика котельного агрегата (Контрольная работа)

2. Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате (Контрольная работа)

3. Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива (Контрольная работа)

4. Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 5 семестр

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

КМ-1 Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате (Контрольная работа)

КМ-2 Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)

КМ-3 Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива (Контрольная работа)

КМ-4 Гидродинамика котельного агрегата (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |

|                                                                                                                                                       |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| Введение. Общая характеристика современных котельных установок.                                                                                       |   |   |   |   |
| Введение. Общая характеристика современных котельных установок.                                                                                       | + |   |   |   |
| Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива.<br>Материальные балансы рабочих веществ в котле |   |   |   |   |
| Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива.<br>Материальные балансы рабочих веществ в котле | + |   |   |   |
| Тепловой баланс котельного агрегата                                                                                                                   |   |   |   |   |
| Тепловой баланс котельного агрегата                                                                                                                   |   | + |   |   |
| Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах                                                                                                    |   |   |   |   |
| Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах                                                                                                    |   | + | + |   |
| Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах                                                                                                         |   |   |   |   |
| Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах                                                                                                         |   | + | + |   |
| Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах                                                                                                          |   |   |   |   |
| Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах                                                                                                          |   | + | + |   |
| Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата                                                                     |   |   |   |   |
| Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата                                                                     |   |   | + |   |
| Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя                                                                        |   |   |   |   |
| Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя                                                                        |   |   |   | + |
| Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата                                                                                                |   |   |   |   |
| Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата                                                                                                |   |   |   | + |
| Водный режим котельной установки                                                                                                                      |   |   |   |   |
| Водный режим котельной установки                                                                                                                      |   |   |   | + |
| Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов                                                                                                |   |   |   |   |
| Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов                                                                                                |   |   |   | + |
| Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов.<br>Котельные агрегаты специального назначения                                                      |   |   |   |   |
| Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов.<br>Котельные агрегаты специального назначения                                                      |   |   |   | + |
| Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления                                                                                                       |   |   |   |   |

|                                                 |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                         | 25 | 25 | 25 | 25 |

## 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-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники         | Знать: методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов                                                  | КМ-3 Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива (Контрольная работа)                |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники | Знать: принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя; | КМ-4 Гидродинамика котельного агрегата (Контрольная работа)                                 |
| ПК-1               | ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку        | Уметь: подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов                                | КМ-1 Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате (Контрольная работа) |
| ПК-1               | ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов                                              | Уметь: оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов,                                                                  | КМ-2 Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)                               |

|  |                                 |   |                                                                                                                   |  |
|--|---------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | теплоэнергетики<br>теплотехники | и | непосредственно<br>определять показатели<br>энергетической<br>эффективности<br>действующих котельных<br>агрегатов |  |
|--|---------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### **КМ-1. Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входят задачи и тестовые вопросы. Время проведения 45 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                    | Вопросы/задания для проверки                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов | 1. Как определяется парциальное давление трехатомных газов PR02 в продуктах горения? |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

### **КМ-2. Тепловой баланс котельного агрегата**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входят задачи и тестовые вопросы. Время проведения 45 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                     | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов | <p>1. Определить расход воздуха на сжигание 5000 кг/ч топлива состава: <math>\tilde{N}_p = 50\%</math>, <math>N_p = 9\%</math>, <math>O_p = 1\%</math>, <math>W_p = 20\%</math>, <math>A_p = 20\%</math> при <math>\alpha = 1,2</math>.</p> <p>2. Определить выход 3-х атомных продуктов сгорания топлива состава: <math>\tilde{N}_p = 60\%</math>, <math>N_p = 10\%</math>, <math>W_p = 20\%</math>, <math>A_p = 10\%</math> при <math>\alpha = 1,2</math> и влажности воздуха 10 г/м<sup>3</sup></p> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

### КМ-3. Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входят задачи и тестовые вопросы. Время проведения 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                  | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов | <p>1. Как изменяется область устойчивого горения газа при увеличении коэффициента избытка воздуха в горелке:<br/>а) увеличивается; б) уменьшается; в) не</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>изменяется .</p> <p>Ответ: б</p> <p>2.Назовите основные факторы, влияющие на размер капель при сжигании жидкого топлива в паровых форсунках:</p> <p>а) диаметр сопла <math>d_c</math>;</p> <p>б) давление топлива <math>P_t</math>;</p> <p>в) относительная скорость движения пара и топлива.</p> <p>Ответ: а</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

#### КМ-4. Гидродинамика котельного агрегата

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется на практическом занятии. В контрольную входят задачи и тестовые вопросы. Время проведения 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на умение применять полученные знания для решения задач и на знание теории по данному разделу

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и | 1.Укажите особенности, которыми характеризуются змеевики контуров с естественной циркуляцией: |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| принудительной циркуляцией теплоносителя;         | <p>а) большое значение отношения <math>L/d</math>; б) малое значение отношения <math>L/d</math>; в) преобладание нивелирных сопротивлений; г) преобладание динамических сопротивлений;</p> <p>Ответ: а, в</p> <p>2. Как изменяется паросодержание на выходе кипящих труб с увеличением кратности циркуляции (при постоянном тепловом потоке на трубу):</p> <p>а) увеличивается;</p> <p>б) уменьшается.</p> <p>в) не меняется.</p> <p>Ответ: б</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

Билет

1. Опишите этапы воспламенения горючей смеси в топке.

2. Основные схемы пылеприготовления.

3. Задача

Определить выход 3-х атомных продуктов сгорания топлива состава:  $N^P = 60\%$ ,  $H^P = 10\%$ ,  $W^P = 20\%$ ,  $A^P = 10\%$  при  $\alpha = 1,2$  и влажности воздуха  $10 \text{ г/м}^3$

#### Процедура проведения

В билете 2 теоретических вопроса и задача. На подготовку выделяется 45 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### Вопросы, задания

1.10. Какие пути интенсификации теплообмена в конвективных элементах котла

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Составляющие теплового баланса отсчитывают от температуры:

Ответы:

а)  $0^\circ\text{C}$ ;

б)  $-273^\circ\text{C}$ ;

в) температуры холодного воздуха.

Верный ответ: а

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

#### Вопросы, задания

1.7. Потери теплоты с уходящими газами и методы их снижения.

2.8. Общее уравнение теплового баланса котла.

3.9. Какие преимущества и недостатки сжигания топлива в пылевидном состоянии.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каких случаях падает потеря теплоты с уходящими газами

Ответы:

Ниже перечислены основные элементы котельной установки, уберите лишнее:

а) Газификатор; б) Пароперегреватель; в) Топка; г) Экономайзер;  
д) Воздухоподогреватель; е) Барабан. ж) Экраны з) Пароохладитель.

Верный ответ: а

ОТВЕТЫ:

- Верный ответ: б

ОТВЕТЫ:

- Верный ответ: б

- ОТВЕТЫ:

- Верный ответ: б

- ОТВЕТЫ:

- Верный ответ: в

- ОТВЕТЫ:

- Верный ответ: в

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В приводимом списке укажите продукты полного горения (при  $\alpha = 1$ )

Ответы:

а)  $\text{CO}_2$ ; б)  $\text{SO}_2$ ; в)  $\text{CO}$ ; г)  $\text{H}_2\text{O}$ ; д)  $\text{CH}_4$ ; е)  $\text{O}_2$ ; ж)  $\text{C}_m\text{H}_n$  з)  $\text{H}_2$ ; и)  $\text{N}_2$

Верный ответ: а, б, г, и

2. Напишите горючие элементы топлива в порядке возрастания их активности реагирования с кислородом (от меньшей - к большей).

Ответы:

С - углерод  $\text{H}_2$  - водород S - сера

Верный ответ: С - S -  $\text{H}_2$

3. Горение является

Ответы:

а) химическим процессом; б) физическим процессом; в) физико-химическим процессом.

Верный ответ: в

### II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

### III. Правила выставления итоговой оценки по курсу