

**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: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы теории горения**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

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	Строгонов К.В.
	Идентификатор	Rad748820-StrogonovKV-3f34a28f

(подпись)

К.В.

Строгонов

(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. ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

2. ПК-3 способен участвовать в обеспечении экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий и разработке экозащитных мероприятий

ИД-2 Принимает участие в разработке экозащитных мероприятий для систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

3. ПК-4 способен участвовать в эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-1 Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 "Контрольная работа №1 по теме Общие сведения о горении топлива.

Материальный баланс процесса горения. Определение количества продуктов сгорания" (Контрольная работа)

2. КМ-2 "Контрольная работа №2 по теме Использование закона действующих масс в равновесных расчётах. Расчёт температур органического горения топлива." (Контрольная работа)

3. КМ-3 "Контрольная работа № 3 по теме Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях" (Контрольная работа)

4. КМ-4 "Контрольная работа № 4 по теме 17. Особенности горения жидкого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива" (Контрольная работа)

5. КМ-5 "Защита лабораторных работ. (Интервью)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5

	Срок КМ:	3	7	9	11	13
Общие сведения о горении.						
Виды органического топлива.	+					
Элементный состав топлива	+					
Основные теплотехнические характеристики органического топлива						
Материальный баланс процесса горения топлива	+					
Тепловой баланс процесса горения						
Температуры горения органического топлива			+			
Постановка задачи расчета равновесного состава продуктов реакции горения топлива.						
Использование закона действующих масс в равновесных расчетах			+			
Физико-химические основы горения топлива.						
Горения газового, жидкого и твердого топлива				+		+
Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях.						
Понятие распространения пламени.				+		
Конструкции и принципы работы энергосберегающего теплового использующего оборудования.						
Водогрейные жаротрубные котлы					+	
Экологические аспекты сжигания топлива						
Определение концентрации оксидов азота.						+
Методы ее снижения.						+
	Вес КМ:	15	20	20	25	20

\$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-2 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	Знать: Основные теплотехнические характеристики органического топлива. Общие сведения о горении топлива; Уметь: Осуществлять контроль за эффективностью работы топливопотребляющих установок и производить оценку их технического состояния. Своевременно выявлять неполадки в работе топливопотребляющих установок и причины потерь топливно-энергетических ресурсов	КМ-3 "Контрольная работа № 3 по теме Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях" (Контрольная работа) КМ-5 "Защита лабораторных работ. (Интервью)"
ПК-3	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Принимает участие в разработке экозащитных мероприятий для систем энергообеспечения и	Знать: Правила технической эксплуатации топливопотребляющих установок; их устройство и	КМ-1 "Контрольная работа №1 по теме Общие сведения о горении топлива. Материальный баланс процесса горения. Определение количества продуктов сгорания" (Контрольная работа) КМ-4 "Контрольная работа № 4 по теме 17. Особенности горения жидкого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива"

	использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	<p>принцип работы</p> <p>Уметь:</p> <p>Составлять материальный и тепловой балансы процессов горения; определять КПД топливопотребляющих установок и состав продуктов сгорания; Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию при выборе необходимого вида топлива, способа его сжигания и типа топливопотребляющего оборудования;</p>	(Контрольная работа)
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	<p>Знать:</p> <p>Общие закономерности химических явлений; законы молекулярной физики, основные свойства различных видов топлива и конструктивные особенности топливопотребляющего оборудования;</p>	КМ-2 "Контрольная работа №2 по теме Использование закона действующих масс в равновесных расчётах. Расчёт температур органического горения топлива." (Контрольная работа)

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

**КМ-1. КМ-1 "Контрольная работа №1 по теме Общие сведения о горении топлива. Материальный баланс процесса горения. Определение количества продуктов сгорания"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"

### Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на проверку знаний по общие сведениям о горении топлива, умению составлять материальный баланс процесса горения.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Правила технической эксплуатации топливопотребляющих установок; их устройство и принцип работы	1.1. Понятие топливо. Энергетическое топливо. Классификация по агрегатному состоянию и происхождению. 2. Элементный состав топлива. Горючие и не горючие элементы топлива. 3. Теплотехническая характеристика топлива. 4. Общие сведения о горении топлива. 5. Понятие потерь теплоты от химической неполноты сгорания $q_{xn}$ . Причины появления.
Уметь: Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию при выборе необходимого вида топлива, способа его сжигания и типа топливопотребляющего оборудования;	1.1. Определить требуемый расход воздуха для полного сжигания 5 кг топлива, состава $C_p=100\%$ , $\alpha=1,2$ . 2. Определить выход азота ( $m^3/час$ ) при горении 10 $m^3/час$ топлива следующего состава $CH_4=30\%$ , $CO=40\%$ , $N_2=30\%$ . Окислитель воздух, $\alpha=1,0$ . 3. Определить выход $RO_2$ ? при сжигании газообразного топлива, следующего состава ( $CH_4=70\%$ , $CO=20\%$ , $N_2=10\%$ ) при $\alpha=1,5$ . Окислитель воздух. Расход топлива - 10 $m^3/ч$ .

### 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: 60

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

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-2. КМ-2 "Контрольная работа №2 по теме Использование закона действующих масс в равновесных расчётах. Расчёт температур органического горения топлива."**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на проверку знаний закона действующих масс в равновесных расчётах и знаний по определению температур горения топлива.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Общие закономерности химических явлений; законы молекулярной физики, основные свойства различных видов топлива и конструктивные особенности топливопотребляющего оборудования;	1.1. Определение калориметрической температура горения температуры горения и жаропроизводительности? 2. Что такое теоретическая температура горения топлива? 3. Алгоритм расчёта действительной температура горения?
---	--

**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: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-3. КМ-3 "Контрольная работа № 3 по теме Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"



**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на проверку знаний теме Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Осуществлять контроль за эффективностью работы топливопотребляющих установок и производить оценку их технического состояния. Своевременно выявлять неполадки в работе топливопотребляющих установок и причины потерь топливно-энергетических ресурсов</p>	<p>1.1. Как определить концентрационные границы для горючей смеси?</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: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-4. КМ-4 "Контрольная работа № 4 по теме 17. Особенности горения жидкого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на проверку знаний теме Особенности горения жидкого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Составлять материальный и тепловой балансы процессов горения; определять КПД топливопотребляющих установок и состав продуктов</p>	<p>1.1. Определить CO<sub>2</sub> мах в сухих продуктах сгорания топлива (CH<sub>4</sub> - 60%, CO- 30%,CO<sub>2</sub>-10% .окислитель воздух.</p>
---	--

сгорания;

**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: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-5. КМ-5 "Защита лабораторных работ.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Интервью

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на проверку знаний темам: Определение температуры вспышки жидкого топлива. Определение нормальной скорости распространения пламени. Исследование устойчивой работы газовой горелки.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Основные теплотехнические характеристики органического топлива. Общие сведения о горении топлива;</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. В чём отличие диффузионного и кинетического принципов сжигания газового топлива?</li><li>2. Что называется нормальной скоростью распространения пламени.</li><li>3. Какой метод применяется в лабораторной работе для определения нормальной скорости распространения пламени. Суть данного метода.</li><li>4. Почему при постоянной тепловой мощности горелки длина факела уменьшается с увеличением коэффициента расхода воздуха?</li><li>5. Объясните, чем вызван характерный жёлтый цвет диффузионного факела.</li><li>6. Какой режим горения исключает возможность проскока пламени в смеситель горелки?</li><li>7. Объясните физическую сущность явления отрыва факела от горелки.</li><li>8. Какой режим сжигания газового топлива отличается наименьшей устойчивостью горения.</li><li>9. Перечислите режимы сжигания газового топлива</li><li>10. Для какого состава горючей смеси наиболее вероятен проскок пламени в смеситель горелки.</li></ol>
---	---

	<p>11. Назовите причины повышения устойчивости горения при наличии стабилизатора воспламенения.</p> <p>12. Что такое температура вспышки?</p> <p>13. Чем отличается температура вспышки от температуры воспламенения?</p> <p>14. Чем определяется величина температуры вспышки?</p> <p>15. Как изменится температура вспышки при добавлении в образец топлива легковоспламеняемой жидкости?</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: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Процедура проведения

В письменном виде и представление решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей"

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

**Вопросы, задания**

1.Билет 5.

1. Элементный состав топлива. Горючие и не горючие элементы топлива.
2. Понятие концентрационных границ воспламенения.

2.Билет 6.

1. Полное и не полное горение топлива. Понятие коэффициента избытка воздуха.
- 2 Температуры горения органического топлива. Определение действительной температуры.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1.1. Содержание кислорода в воздухе по объёму в процентах составляет:

Ответы:

80            45            100            21            71            29            55

Верный ответ: 1.            21

2. Чем измеряется давление газа

Ответы:

Барометр    газовый счётчик    манометр    ареометр

Верный ответ: манометр

3. Содержание азота в воздухе по объёму в процентах составляет:

Ответы:

80            45            100            79            71            29            55

Верный ответ: 79

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-3 Принимает участие в разработке экозащитных мероприятий для систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

**Вопросы, задания**

1.Билет 3.

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Нормальная скорость распространения пламени. Методы её определения.</li><li>2. Особенности горения жидкого топлива. Понятия температур вспышки и воспламенения жидкого топлива</li></ol> |
|---|

2.Билет 7.

1. Особенности горения углерода.
2. Материальный баланс процесса горения топлива. Цель составления.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Соотношение между килокалорией и килоджоулем:

Ответы:

1 ккал=1 кДж    1 ккал=10 кДж    1ккал=4,19 кДж    1ккал=4,80 кДж    1ккал=0,24 кДж

Верный ответ: 1ккал=4,19 кДж

2.Удельная теплота сгорания условного топлива равна

Ответы:

35 300 кДж/кг    29 300 кДж/кг    100 000 кДж/кг    24 500 кДж/кг    20 000 кДж/кг

Верный ответ: 29 300 кДж/кг

3.При нормальных условиях каждый киломоль любого газа занимает объем:

Ответы:

22 м<sup>3</sup>    22,4 м<sup>3</sup>    24,2 м<sup>3</sup>    122 м<sup>3</sup>    42, 2 м<sup>3</sup>

Верный ответ: 22,4 м<sup>3</sup>

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-4</sub> Соблюдает правила технологической, производственной и трудовой дисциплины при эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

### Вопросы, задания

1.Билет 4.

1. Понятие топливо. Энергетическое топливо. Классификация по агрегатному состоянию и происхождению.
2. Схема процесса горения капли жидкого топлива.

2.Билет 10.

1. Адиабатное тепловое воспламенение.
2. Экологические аспекты сжигания топлива.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Давление газа измеряется в следующих единицах:

Ответы:

Бар    Баррель    Паскаль    Джоуль    Калория    МВт

Верный ответ: Бар , Паскаль

2.Теплота сгорания газа измеряется в единицах

Ответы:

кг/м<sup>3</sup>    м<sup>3</sup> /кДж    кг/град    м<sup>3</sup>/кг    кДж/ м<sup>3</sup>

Верный ответ: кДж/ м<sup>3</sup>

3.Плотность газа измеряется в единицах

Ответы:

кг/м<sup>3</sup>    м<sup>3</sup> /кДж    кг/град    м<sup>3</sup>/кг    кДж/ м<sup>3</sup>

Верный ответ: кг/м<sup>3</sup>

## 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:* 70

*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. на вопросы углубленного уровня

### ***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 аттестационной составляющих.