

**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: Теплоэнергетика и теплотехника**

**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	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28B

(подпись)

А.Н. Рогалев

(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-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники

ИД-3 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования

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	13	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 теплоиспользующего 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-1	ИД-3ПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования	<p>Знать:</p> <p>Основные теплотехнические характеристики органического топлива.</p> <p>Общие сведения о горении топлива.</p> <p>Правила технической эксплуатации топливопотребляющих установок; их устройство и принцип работы.</p> <p>Общие закономерности химических явлений; законы молекулярной физики, основные свойства различных видов топлива и конструктивные особенности топливопотребляющего оборудования.</p> <p>Уметь:</p> <p>Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию</p>	<p>КМ-1 "Контрольная работа №1 по теме Общие сведения о горении топлива. Материальный баланс процесса горения. Определение количества продуктов сгорания" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 "Контрольная работа №2 по теме Использование закона действующих масс в равновесных расчётах. Расчёт температур органического горения топлива." (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 "Контрольная работа № 3 по теме Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 "Контрольная работа № 4 по теме 17. Особенности горения жидкого топлива. Экологические аспекты сжигания топлива" (Контрольная работа)</p> <p>КМ-5 "Защита лабораторных работ. (Интервью)</p>

		<p>при выборе необходимого вида топлива, способа его сжигания и типа топливопотребляющего оборудования; -</p> <p>рассчитывать и анализировать характеристики топлив и их продуктов сгорания для топливопотребляющих установок;</p> <p>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>Уметь составлять материальные и тепловые балансы процессов горения; определять КПД топливопотребляющих установок и состав продуктов сгорания.</p>	
--	--	---	--

## 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: Общие закономерности химических явлений; законы молекулярной физики, основные свойства различных видов топлива и конструктивные особенности топливопотребляющего оборудования.	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 $q_{\text{хн}}$ . Причины появления.
---	---

**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:**

<p><b>Знать:</b> Основные теплотехнические характеристики органического топлива. Общие сведения о горении топлива.</p>	<p>1.1. Определение calorиметрической температура горения температуры горения и жаропроизводительности?                  2. Что такое теоретическая температура горения топлива?                  3. Алгоритм расчёта действительной температура горения?</p>
<p><b>Уметь:</b> Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию при выборе необходимого вида топлива, способа его сжигания и типа топливопотребляющего оборудования; -рассчитывать и анализировать характеристики топлив и их продуктов сгорания для топливопотребляющих установок;</p>	<p>1.                  1. Сформулировать алгоритм расчета calorиметрической температуры горения топлива (Ср-60%, Нр-10%, Wр-25%, Ар-5%), окислитель-воздух, <math>\alpha=1,25</math>, температура воздуха-2500 С. <math>Q_n=20</math> Мдж/кг                  2. Определить выход азота (м3/час) при горении 10 м3/час топлива следующего состава <math>CH_4=30\%</math>, <math>CO=40\%</math>, <math>H_2=30\%</math>. Окислитель воздух, <math>\alpha=1,0</math>.                  3. Составить математическую модель расчета равновесного состава продуктов горения газа (<math>CH_4-30\%</math>, <math>C_3H_8-70\%</math>) с окислителем <math>KO_2-21\%</math>, при <math>\alpha=1,5</math>, Р и Т известны. Состав продуктов горения состоит из <math>CO_2</math>, <math>H_2O</math>, <math>CO</math>, <math>H_2</math>, <math>N_2</math>. Влага в окислителе и топливе отсутствует.</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-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:**

Уметь: Уметь составлять материальные и тепловые балансы процессов горения; определять КПД топливопотребляющих установок и состав продуктов сгорания.	1.1. Как определить концентрационные границы для горючей смеси?
--	---

**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:**

Уметь: Осуществлять контроль за эффективностью работы топливопотребляющих установок и производить оценку их технического состояния. Своевременно выявлять неполадки в работе	1.1. Определить СО 2 мах в сухих продуктах сгорания топлива (СН4 - 60%, СО- 30%,СО2-10% .окислитель воздух.
--	---

топливопотребляющих установок и причины потерь топливно-энергетических ресурсов.	
--	--

**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:**

Знать: Правила технической эксплуатации топливопотребляющих установок; их устройство и принцип работы.	<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> </ol>
--	--

	<p>9. Перечислите режимы сжигания газового топлива</p> <p>10. Для какого состава горючей смеси наиболее вероятен проскок пламени в смеситель горелки.</p> <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: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

# 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-3ПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования

**Вопросы, задания**

1.Билет 1.

1. Общие сведения о горении. Основные стадии процесса горения.
2. Использование закона действующих масс в равновесных расчётах.

2.Билет 2.

1. Понятие распространения пламени.
2. Определение константы равновесия для реакции, протекающей в газовой фазе.

3.Билет 3.

1. Нормальная скорость распространения пламени. Методы её определения.
2. Особенности горения жидкого топлива. Понятия температур вспышки и воспламенения жидкого топлива

4.Билет 4.

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

5.Билет 5.

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

6.Билет 6.

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

7.Билет 7.

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

8.Билет 8.

1. Температуры горения органического топлива. Алгоритм расчёта температуры жаропроизводительности горения топлива.
2. Механизм горения твердого топлива. Основные стадии горения твердого топлива.

9.Билет 9.

1. Основные характеристики жидкого топлива.

2. Устойчивость (стабилизация) фронта пламени. Проскок пламени при горении газообразного топлива, методы предотвращения.

10.Билет 10.

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

### 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.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

3.Чем измеряется давление газа

Ответы:

Барометр    газовый счётчик    манометр    ареометр

Верный ответ: манометр

4.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

5.Давление газа измеряется в следующих единицах:

Ответы:

Бар    Баррель    Паскаль    Джоуль    Калория    МВт

Верный ответ: Бар , Паскаль

6.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>

7.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>

8.Как называется отношение действительного количества воздуха, подаваемого на горение, к теоретическому количеству

Ответы:

Коэффициент расхода воздуха    Коэффициент расхода топлива    Теоретический коэффициент

Верный ответ: Коэффициент расхода воздуха

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

Ответы:

80          45          100          79          71          29          55

Верный ответ: 79

10.При нормальных условиях каждый киломоль любого газа занимает объём:

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: 24,2 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.