

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

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Техническая газодинамика**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глазков В.В.
	Идентификатор	R43380c76-GlazkovVV-e4c0a72f

(подпись)

В.В. Глазков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яньков Г.Г.
	Идентификатор	Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc

(подпись)

Г.Г. Яньков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Герасимов Д.Н.
	Идентификатор	Ra5495398-GerasimovDN-6b58615

(подпись)

Д.Н.  
Герасимов

(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 владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов в энергетическом оборудовании

ИД-2 Владеет расчетно-теоретическими методами анализа процессов в энергетическом оборудовании

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева.

(Контрольная работа)

2. КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. (Контрольная работа)

3. КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения (Контрольная работа)

4. КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов. (Контрольная работа)

5. КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей вязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомшины. (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	2	6	9	12	16
Уравнения газовой динамики						
Уравнения газовой динамики			+		+	
Одномерные газовые потоки						

Одномерные газовые потоки			+		
Плоские течения невязкого газа					
Плоские течения невязкого газа				+	
Течение газа в соплах и диффузорах					
Течение газа в соплах и диффузорах	+		+		+
Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки					
Элементы газовой динамики крылового профиля и прямолинейной решетки	+	+	+	+	+
Вес КМ:	15	15	20	20	30

\$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-2ПК-2 Владеет расчетно-теоретическими методами анализа процессов в энергетическом оборудовании	Знать: – области рационального применения и системы уравнений, решаемых для различных моделей газовой динамики; – методы решения задач газовой динамики. – принцип действия типовых устройств и приборов, используемых в газодинамических экспериментах; – результаты экспериментальных и численных исследований газодинамических процессов при течении газовых потоков в каналах различной геометрии. – методы расчета и расчетные соотношения для определения гидравлических и тепловых характеристик	КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева. (Контрольная работа) КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа. (Контрольная работа) КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения (Контрольная работа) КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов. (Контрольная работа) КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомшины. (Контрольная работа)

		<p>энергетических устройств;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– типовые технические решения для элементов газового тракта энергетического оборудования.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– составлять математическое описание процессов движения и взаимодействия газовых потоков применительно к типовым конструкциям и режимам работы энергетического и теплообменного оборудования; – самостоятельно выбирать адекватную задаче методику расчета типовых процессов тепло и массообмена с участием газовых потоков и определять гидродинамические режимы течения газовых потоков в элементах теплообменных устройств.</li><li>– участвовать в проведении теплофизических экспериментов по изучению</li></ul>	
--	--	--	--

		<p>газодинамических процессов.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать стандартные программы для численного моделирования процессов динамики газовых потоков.</li><li>– осуществлять поиск и анализировать научную и научно-техническую информацию в текущей научной периодике и в Интернет.</li></ul>	
--	--	---	--

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

**КМ-1. КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа в учебной аудитории

### **Краткое содержание задания:**

КМ-1. Выполнение блока тестовых задач №1: 1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении; 2. Расчет аэродинамического нагрева.

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – типовые технические решения для элементов газового тракта энергетического оборудования.	1. Гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении
Уметь: – использовать стандартные программы для численного моделирования процессов динамики газовых потоков.	1. Чему равно гидравлическое сопротивление трубы при ее внезапном расширении?

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формулы и правильное численное значение для обеих задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул и правильное численное значение для одной задачи

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формулы для одной из задач

**КМ-2. КМ-2. Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15



**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа в аудитории

**Краткое содержание задания:**

Выполнение блока тестовых задач №2: 1. Гидравлический удар при внезапной остановке потока жидкости; 2. Трубка Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – области рационального применения и системы уравнений, решаемых для различных моделей газовой динамики; – методы решения задач газовой динамики.	1.Получить формулу для скачка давления при гидравлическом ударе при внезапной остановке потока жидкости;
Уметь: – использовать стандартные программы для численного моделирования процессов динамики газовых потоков.	1.Получить величину для скачка давления при гидравлическом ударе при внезапной остановке потока жидкости;

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получить формулы и численные значения: 1. для гидравлического удара при внезапной остановке потока жидкости; 2. Для трубки Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получить формулы и одно правильное численное значение: 1. для гидравлического удара при внезапной остановке потока жидкости; 2. Для трубки Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получить правильную формулу для для гидравлического удара при внезапной остановке потока жидкости или для трубки Пито при дозвуковом и сверхзвуковом движении газа.

**КМ-3. КМ-3. Выполнение блока тестовых задач №3: 1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа в аудитории

**Краткое содержание задания:**

1. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД); 2. Одномерное стационарное течение газа по трубе постоянного сечения с подогревом; адиабатическое течение газа с трением в трубе постоянного сечения

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – принцип действия типовых устройств и приборов, используемых в газодинамических экспериментах; – результаты экспериментальных и численных исследований газодинамических процессов при течении газовых потоков в каналах различной геометрии.	1. Принцип действия прямооточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД);
Уметь: – составлять математическое описание процессов движения и взаимодействия газовых потоков применительно к типовым конструкциям и режимам работы энергетического и теплообменного оборудования; – самостоятельно выбирать адекватную задаче методику расчета типовых процессов тепло и массообмена с участием газовых потоков и определять гидродинамические режимы течения газовых потоков в элементах теплообменных устройств.	1. Величина тяги дозвукового прямооточного воздушно-реактивного двигателя;

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания: Получение правильной формулы и правильного численного значения для двух рассматриваемых задач.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Получение правильной формулы для двух и правильного численного значения для одной из двух рассматриваемых задач.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания: Получение правильной формулы для одной из двух рассматриваемых задач.*

**КМ-4. КМ-4. Выполнение расчетного задания: Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа в аудитории

**Краткое содержание задания:**

Определение картины ударных волн и секторов разрежения в окрестности тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью; расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: – осуществлять поиск и анализировать научную и научно-техническую информацию в текущей научной периодике и в Интернет.	1. расчет волнового сопротивления и аэродинамических коэффициентов для тела сложной формы, движущегося со сверхзвуковой скоростью;
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул и правильных численных ответов для двух рассматриваемых задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул для двух рассматриваемых задач, и правильный численный ответ для одной

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул для одной из для двух рассматриваемых задач

**КМ-5. КМ-5. Выполнение блока тестовых задач №5: 1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашин.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа в аудитории

**Краткое содержание задания:**

1. Обтекание решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашин.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – методы расчета и расчетные соотношения для определения гидравлических и тепловых характеристик энергетических устройств;	1. Методика простейшего расчета ступени лопаточной турбомашин.
Уметь: – участвовать в проведении теплофизических экспериментов по изучению газодинамических процессов.	1. Простейший расчет параметров ступени лопаточной турбомашин.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул и правильных значений : 1. параметров потока при обтекании решетки сверхзвуковых профилей невязким потоком газа; 2. Простейший расчет ступени лопаточной турбомашины.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул и одного из двух правильных значений при решении двух рассматриваемых задач.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 25*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получение правильных формул при решении одной из двух рассматриваемых задач.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Прямая ударная волна. Адиабата Гюгонио.
2. Обтекание малого угла сверхзвуковым потоком - метод малых возмущений.
3. Задача.
4. Определить скачок давления (гидравлический удар), который возникает при резкой остановке водяного потока, движущегося со скоростью 3 м/с.

### Процедура проведения

Экзамен проводится традиционным способом, в учебной аудитории. Студент получает на руки билет с двумя теоретическими вопросами по курсу и текстом задачи. На подготовку ответа студенту дается 1.5 часа, как правило, разрешается пользоваться конспектом лекций.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-2</sub> Владеет расчетно-теоретическими методами анализа процессов в энергетическом оборудовании

#### Вопросы, задания

1. Адиабата Гюгонио
2. Конус Маха

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Адиабата Гюгонио, ее отличие от адиабаты Пуассона
2. Конус Маха

### *II. Описание шкалы оценивания*

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильный и исчерпывающий ответ на теоретические вопросы, правильное численное значение в решении задачи

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильный, но не полный ответ на теоретические вопросы, правильная формула, но неверное численное значение в решении задачи

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания:* В целом правильный, но не полный ответ на теоретические вопросы, правильная формула, но неверное численное значение в решении задачи

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

стандартный, как среднее между успеваемостью в семестре и оценкой на экзамене