

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Механика жидкости и газа**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чусов С.И.
	Идентификатор	R4210572c-ChusovSI-7ebcd3e8

(подпись)


С.И. Чусов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867


(подпись)

О.М.  
Митрохова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(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. ОПК-4 способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках

ИД-2 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа, определяет параметры потоков рабочих сред

2. ОПК-6 способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок

ИД-1 Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения

ИД-2 Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Определение параметров потока и скоростей в осесимметричных каналах» (Контрольная работа)

2. Тест «Истечение из сопл и непрофилированных отверстий» (Тестирование)

3. Тест «Одномерное течение жидких и газообразных сред» (Тестирование)

4. Тест «Основные понятия вихревого течения жидкости. Сверхзвуковые течения» (Тестирование)

5. Тест «Основы кинематики жидкости и уравнения сохранения применительно к жидким средам» (Тестирование)

6. Тест «Основы теории подобия и размерностей» (Тестирование)

7. Тест «Потенциальные течения несжимаемой жидкости» (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа «Исследование сопла Лавая на переменных режимах» (Лабораторная работа)

2. Лабораторная работа «Оценка погрешностей измерений» (Лабораторная работа)

3. Лабораторная работа «Тарировка пневмометрических зондов» (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %										
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
	Срок КМ:	3	4	6	7	9	12	13	14	15	16
Основные понятия и определения. Основы											

кинематики жидкости и газов										
Основные понятия и определения. Основы кинематики жидкости и газов	+	+		+						
Основные уравнения сохранения										
Основные уравнения сохранения	+								+	
Одномерное течение жидких и газообразных сред										
Одномерное течение жидких и газообразных сред			+	+			+		+	
Потенциальные течения несжимаемой и сжимаемой жидкости										
Потенциальные течения несжимаемой и сжимаемой жидкости					+					
Основные понятия и теоремы вихревого течения жидкости										
Основные понятия и теоремы вихревого течения жидкости						+				
Основы сверхзвуковых течений										
Основы сверхзвуковых течений							+		+	
Истечения жидкостей и газов из сопел, отверстий и щелей										
Истечения жидкостей и газов из сопел, отверстий и щелей							+	+	+	
Теория подобия и размерностей										
Теория подобия и размерности										+
Вес КМ:	5	20	5	20	5	5	20	5	10	5

§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
ОПК-4	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа, определяет параметры потоков рабочих сред	Знать: теоретические основы потенциальных течений жидкостей и газов основные понятия и теоремы вихревого течения жидкости особенности сверхзвуковых течений и методы их расчета основы теории размерностей и подобия методы расчета течения рабочих сред в соплах, непрофилированных отверстиях и щелях теоретические основы движения жидкостей и газов в одномерной постановке задачи общие законы и уравнения механики сжимаемых и несжимаемых жидкостей основные физические свойства жидкостей и	Тест «Основы кинематики жидкости и уравнения сохранения применительно к жидким средам» (Тестирование) Тест «Одномерное течение жидких и газообразных сред» (Тестирование) Тест «Потенциальные течения несжимаемой жидкости» (Тестирование) Тест «Основные понятия вихревого течения жидкости. Сверхзвуковые течения» (Тестирование) Лабораторная работа «Исследование сопла Лавалья на переменных режимах» (Лабораторная работа) Тест «Истечение из сопл и непрофилированных отверстий» (Тестирование) Контрольная работа «Определение параметров потока и скоростей в осесимметричных каналах» (Контрольная работа) Тест «Основы теории подобия и размерностей» (Тестирование)

		газов Уметь: проводить расчет переменных режимов истечения из сопл рассчитывать гидродинамические параметры жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и движении сред в каналах для идеальных жидкостей и газов использовать для расчетов уравнения сохранения	
ОПК-6	ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения	Знать: основные средства и методы измерений давлений, скоростей и расходов	Лабораторная работа «Оценка погрешностей измерений» (Лабораторная работа) Лабораторная работа «Тарировка пневмометрических зондов» (Лабораторная работа)
ОПК-6	ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность	Знать: основы проведения исследований, обработки опытных данных и оценки погрешностей Уметь: представлять результаты исследований в виде безразмерных зависимостей рассчитывать величины погрешностей результатов исследований	Лабораторная работа «Оценка погрешностей измерений» (Лабораторная работа) Лабораторная работа «Тарировка пневмометрических зондов» (Лабораторная работа) Лабораторная работа «Исследование сопла Лаваля на переменных режимах» (Лабораторная работа)

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

### КМ-1. Тест «Основы кинематики жидкости и уравнения сохранения применительно к жидким средам»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

#### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: общие законы и уравнения механики сжимаемых и несжимаемых жидкостей	1. Для несжимаемой жидкости уравнение объемного расхода: а) $Q=c \cdot F$ б) $m= \rho \cdot c \cdot F$ в) $m= c \cdot F/v$ г) $Q=const$
Знать: основные физические свойства жидкостей и газов	1. Напряжение поверхностных сил - это: а) предел отношения вектора поверхностной силы к элементу площади $\Delta s$ , на которую действует этот вектор при стремлении площади $\Delta s$ к нулю б) предел отношения вектора поверхностной силы к элементарной площадке, нормальной к оси X при стремлении этой площадки к нулю в) отношение вектора поверхностной силы к площади, по которой распределены эти силы 2. Напряжение трения в жидкости это: а) сила сопротивления, действующая на обтекаемое тело б) сила взаимодействия между движущимися частицами жидкости в) Предел отношения силы трения, необходимой для сдвига частиц жидкости к площадке поверхности $\Delta s$ , вдоль которой она действует 3. Давление в идеальной жидкости это: а) поверхностная сила, действующая на площадку $\Delta s$ , расположенную нормально к направлению действия поверхностной силы б) нормальная составляющая поверхностной силы в) нормальная составляющая поверхностного напряжения, взятая с обратным знаком

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

**КМ-2. Лабораторная работа «Оценка погрешностей измерений»**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** К защите лабораторной работы допускаются студенты правильно выполнившие работу в соответствии с заданием и предоставившие отчет по работе в установленной форме. На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по отчету. Время опроса - не более 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

**Цель работы:** освоение методик определения погрешностей прямых и косвенных измерений в аэродинамическом исследовании.

**Общее содержание и порядок выполнения работы** приведены в методическом пособии Гидрогазодинамика: лабораторные работы / В.Ф. Касилов, Л.Я. Лазарев, В.В. Нитусов, и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. Стр. 14-19.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные средства и методы измерений давлений, скоростей и расходов	1.Если погрешность результата измерения оказывается меньше, чем погрешность измерительного прибора, то что будет определять окончательный результат измерения? 2.Какие методы измерения расхода Вам известны?
Знать: основы проведения исследований, обработки опытных данных и оценки погрешностей	1.Изложите последовательность оценки погрешности измерения расхода.
Уметь: рассчитывать величины погрешностей результатов исследований	1.По результатам обработки опытных данных рассчитать погрешности прямых измерений давления и температуры и оценить погрешность косвенного измерения расхода.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4*



*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

### **КМ-3. Тест «Одномерное течение жидких и газообразных сред»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

#### **Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теоретические основы движения жидкостей и газов в одномерной постановке задачи	<ol style="list-style-type: none"><li>1. В методе изучения движения жидкостей по Лагранжу задается:<ol style="list-style-type: none"><li>а) поле распределения жидких частиц</li><li>б) задаётся траектория движения фиксированной частицы жидкости</li><li>в) задаётся скорость фиксированной частицы жидкости</li></ol></li><li>2. В методе изучения движения жидкости по Эйлеру задается:<ol style="list-style-type: none"><li>а) поле скоростей</li><li>б) поле ускорений</li><li>в) траектория фиксированных частиц жидкости</li></ol></li><li>3. Уравнения энергии и интегралы Бернулли:<ol style="list-style-type: none"><li>а) тождественны для идеальной жидкости</li><li>б) одинаковы для вязкой жидкости</li><li>в) одинаковы при наличии теплообмена</li></ol></li><li>4. Уравнения состояния для газовых сред:<ol style="list-style-type: none"><li>а) <math>p \cdot v = R \cdot T</math></li><li>б) <math>p/\rho = R \cdot T</math></li><li>в) <math>p/\rho = R \cdot t</math></li><li>г) <math>p \cdot v = R \cdot t</math></li></ol></li></ol>
---	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

#### КМ-4. Лабораторная работа «Тарировка пневмометрических зондов»

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** К защите лабораторной работы допускаются студенты правильно выполнившие работу в соответствии с заданием и предоставившие отчет по работе в установленной форме. На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по отчету. Время опроса - не более 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

**Цель работы:** получение тарировочных характеристик пневмометрических зондов.

**Общее содержание и порядок выполнения работы** приведены в методическом пособии Гидрогазодинамика: лабораторные работы / В.Ф. Касилов, Л.Я. Лазарев, В.В. Нитусов, и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. Стр. 19-25.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные средства и методы измерений давлений, скоростей и расходов	1. Назовите основные методы измерения давления и средства измерения давления, которые использовались при проведении лабораторной работы.
Знать: основы проведения исследований, обработки опытных данных и оценки погрешностей	1. Что входит в понятие «тарировка»? 2. Запишите уравнение для определения скорости потока по измеренным значениям полного и статического давлений.
Уметь: представлять результаты исследований в виде безразмерных зависимостей	1. По результатам обработки опытных данных построить тарировочные характеристики комбинированного зонда.

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

#### КМ-5. Тест «Потенциальные течения несжимаемой жидкости»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: теоретические основы потенциальных течений жидкостей и газов</p>	<p>1.Прямые производные <math>\partial u/\partial x, \partial v/\partial y, \partial w/\partial z</math> определяют:          а) скорость относительной линейной деформации          б) скорость углового вращения жидкой частицы          в) скорость угловых деформация</p> <p>2.Сумма прямых производных <math>\partial u/\partial x + \partial v/\partial y + \partial w/\partial z</math> определяет:          а) относительную объёмную деформацию          б) скорость относительной объёмной деформации жидкого элемента          в) угловую скорость</p> <p>3.Циркуляция скорости это:          а) интеграл по замкнутому контуру скалярного произведения вектора ускорения на элемент пути          б) произведение массовой силы на путь          в) интеграл от скалярного произведения скорости на элемент пути</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

**КМ-6. Тест «Основные понятия вихревого течения жидкости. Сверхзвуковые течения»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 4-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 20.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные понятия и теоремы вихревого течения жидкости	<p>1. Вихри могут возникать в жидкости либо там, где:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) она не идеальна</li> <li>б) она неоднородна (или не баротропна)</li> <li>в) внешние силы непотенциальны</li> <li>г) нарушается непрерывность поля скоростей</li> </ul> <p>2. В идеальной однородной (а также в идеальной баротропной) жидкости в поле потенциальных сил циркуляция скорости вдоль замкнутого жидкого контура:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) остается постоянной</li> <li>б) увеличивается</li> <li>в) уменьшается</li> </ul>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 19 баллов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 17 баллов.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

**КМ-7. Лабораторная работа «Исследование сопла Лаваля на переменных режимах»**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** К защите лабораторной работы допускаются студенты правильно выполнившие работу в соответствии с заданием и предоставившие отчет по работе в установленной форме. На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по отчету. Время опроса - не более 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

**Цель работы:** получение тарировочных характеристик пневмометрических зондов.

**Общее содержание и порядок выполнения работы** приведены в методическом пособии Гидрогазодинамика: лабораторные работы / В.Ф. Касилов, Л.Я. Лазарев, В.В. Нитусов, и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. Стр. 38-47.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: особенности сверхзвуковых течений и методы их расчета	<p>1. Покажите на диаграмме режимов сопла Лаваля границы режима трубки Вентури.</p> <p>2. На каком режиме и при каких значениях <math>\epsilon</math></p>
--	---

	<p>формируется мостообразный скачок уплотнения?  3. Как отражается от свободной границы струи косой скачок уплотнений?  4. Изложите методику расчета сопла Лавалья на расчетном режиме.</p>
Уметь: проводить расчет переменных режимов истечения из сопл	1. На основе опытных данных оценить место положения скачка уплотнений. Построить расчетную зависимость для режима течения со скачком уплотнения в расширяющейся части сопла.
Уметь: рассчитывать гидродинамические параметры жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и движении сред в каналах для идеальных жидкостей и газов	1. Построить расчетную зависимость для дозвукового режима течения.
Уметь: представлять результаты исследований в виде безразмерных зависимостей	1. По результатам обработки опытных данных построить экспериментальную зависимость для дозвукового режима течения в проточной части сопла. 2. По результатам обработки опытных данных построить экспериментальную зависимость для режима течения со скачком уплотнения в расширяющейся части сопла.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки.

**КМ-8. Тест «Истечение из сопл и непрофилированных отверстий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы расчета течения	1. В суживающихся соплах возможны:
-------------------------------	------------------------------------

<p>рабочих сред в соплах, непрофилированных отверстиях и щелях</p>	<p>а) только дозвуковые течения  б) только сверхзвуковые течения  в) смешанное дозвуковое и сверхзвуковое течения</p> <p>2. Если при истечении из щели с острой кромкой при некотором относительном <math>\epsilon_{xx}</math> давлении наступает режим, при котором расход среды перестаёт зависеть от противодействия, то в этом случае величина <math>\epsilon_{xx}</math> оказывается:</p> <p>а) больше критического отношения давления <math>\epsilon^*</math>  б) равной критическому отношению давлений <math>\epsilon^*</math>  в) меньше критического давления <math>\epsilon^*</math></p> <p>3. При увеличении числа гребней в лабиринтовых уплотнениях расход рабочей среды через них:</p> <p>а) увеличивается  б) снижается  в) остаётся неизменным</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

**КМ-9. Контрольная работа «Определение параметров потока и скоростей в осесимметричных каналах»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит четыре задачи. Время выполнения 60 минут.

**Краткое содержание задания:**

**Задача №1**

В выходном сечении суживающегося сопла воздушный поток имеет скорость  $M = 0,2$ . Определить массовый расход воздуха через сопло, если давление полного торможения перед соплом  $P_0 = 3 \cdot 10^5$  Па, температура полного торможения  $T_0 = 300$  К, площадь сечения сопла  $F = 0,1$  м<sup>2</sup>.

**Задача №2**

Воздушный поток вытекает из ресивера через сопло Лавала, работающее в расчетном режиме, в среду с атмосферным давлением  $P_a = 1 \cdot 10^5$  Па. Параметры в ресивере  $P_0 =$

29,4\*10<sup>5</sup> Па, T<sub>0</sub> = 288 К. Определить статические параметры C, T и ρ в выходном сечении сопла Лавалья.

### Задача №3

Температура газа в баке-ресивере T<sub>0</sub> = 500 К, давление P<sub>0</sub> = 5,5 МПа. Давление среды в пространстве за баком P<sub>среды</sub> = 3,9 МПа. Определить выходной диаметр суживающегося сопла и скорость газа на выходе из сопла, если известно, что расход газа m = 70 кг/с. Определить, какой максимальный расход газа можно пропустить через это сопло. Принять R = 310 Дж/(кг К) и k = 1,35. Учесть, что газ подчиняется уравнению изэнтропы.

### Задача №4

Известно, что в исходном режиме давление воздуха перед суживающимся соплом составляло 3 МПа, а за соплом – 2 МПа. При изменении режима новое давление перед соплом составило 5 МПа, а расход увеличился в 1,4 раза. Определить новое давление за соплом.

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: использовать для расчетов уравнения сохранения	1. Определить массовый расход воздуха через сопло. 2. Определить выходной диаметр суживающегося сопла и скорость газа на выходе из сопла.
Уметь: проводить расчет переменных режимов истечения из сопл	1. Определить, какой максимальный расход газа можно пропустить через это сопло. 2. Определить новое давление за соплом при изменении режима.
Уметь: рассчитывать гидродинамические параметры жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и движении сред в каналах для идеальных жидкостей и газов	1. Определить статические параметры в выходном сечении сопла Лавалья.

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если все задачи решены полностью и верно, без недочетов и правильно изображены требуемые зависимости; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задачи решены в целом верно и правильно изображены требуемые зависимости: либо не доделано не более 10% какой-либо задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях одной из задач, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в целом верно изображены требуемые зависимости или отсутствует требуемые зависимости в какой-либо из задач и либо правильно решено не менее 80% каждой задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки в одной из задач, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях каждой из задач, искажающие результат не более чем на 10%.

## КМ-10. Тест «Основы теории подобия и размерностей»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

**Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы теории размерностей и подобия	1. Если рассматриваемое явление зависит от числа Рейнольдса ( $Re$ ) и числа Маха ( $M$ ) то при моделировании этого явления по числу Маха число Рейнольдса при этом: а) растёт б) падает в) не меняется 2. Число Маха $M$ это: а) отношение скорости потока к максимальной скорости б) отношение скорости потока к критической скорости в) отношение скорости потока к скорости звука 3. Число Рейнольдса ( $Re$ ) характеризует: а) отношение поверхностных к массовым силам б) отношение сил инерции к силам вязкости в) отношение скорости потока к скорости звука
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 8 баллов.



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № XX</b>	<i>Утверждаю</i>
	<b>Кафедра Паровых и газовых турбин им. А.В. Щегляева</b>	<b>Зав. кафедрой</b>
		Дисциплина «Механика жидкости и газа»
	<b>Институт ЭиМИ</b>	<b>20XX г.</b>
<b>Задача 1</b> Определить минимально необходимое полное давление, которое должен создавать насос, чтобы раствор бетона плотностью 2400 кг/м <sup>3</sup> подавать на высоту 172 м с расходом 0,3 м <sup>3</sup> /с. Диаметр трубопровода 250 мм. Считать давление на высоте подъёма бетона равным атмосферному (100 кПа). Гидравлическим сопротивлением пренебречь. Скорость округлять до 2-х знаков после запятой, давление – до 3-х знаков после запятой (в [МПа]).		
<b>Задача 2</b> Какие давление, температуру и плотность должен иметь воздух на входе в аэродинамическую трубу, чтобы в её рабочей части обеспечить скорость 380 м/с при температуре 440 К и давлении 0,78·10 <sup>5</sup> Па? При расчётах округлять: табличные значения – до 5-ти знаков после запятой, итоговые результаты (в [кПа] и [К]) – до 1-го знака после запятой, плотность – до 3-х знаков после запятой.		
<b>Задача 3</b> Для расширяющегося сопла найти диапазон режимов со скачками уплотнения внутри сопла. $F_{min} = 140 \text{ см}^2$ , $F_2 = 280 \text{ см}^2$ , $k = 1,4$ . При расчётах округлять: отношение площадей – до 3-х знаков после запятой, значения газодинамических функций – до 5 знаков после запятой.		
<b>Задача 4</b> Насколько изменится подъёмная сила, действующая на цилиндр, обтекаемый потоком в поперечном направлении, если число его оборотов $n$ увеличится в два раза, а скорость потока снизится на 30%? Итоговый результат округлить до 3-х знаков после запятой.		
<b>Задача 5</b> Поток воздуха движется вдоль плоской стенки с безразмерной скоростью $\lambda = 2,0$ . В некотором месте потока, вследствие поворота стенки внутрь, возникает скачок уплотнения. За скачком известны статическое давление $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и безразмерная скорость $\lambda = 1,5$ . Пользуясь диаграммой расчёта скачков уплотнения, определить (с точностью до 1-го знака после запятой) угол поворота стенки и статическое давление до скачка (в [кПа]). Параметры, полученные по диаграмме, округлять с той же точностью. (Обязательно привести схему решения задачи по диаграмме косых скачков).		

## Процедура проведения

Экзамен проводится в письменной форме по билетам согласно программе экзамена. Экзаменационный билет включает пять практических задач. Продолжительность письменного экзамена – не более 90 минут. Для решения практической задачи могут предоставляться справочные данные теплофизических свойств воды и водяного пара на основе справочника А.А. Александров, Б.А. Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 168 с. - ISBN 5-7046-0397-1 и  $h,s$ -диаграмма для водяного пара (по справочнику "Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара"), таблицы газодинамических функций и сетка расходов. Все задачи решаются с помощью калькулятора.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа, определяет параметры потоков рабочих сред

### **Вопросы, задания**

1. Насколько изменится подъёмная сила, действующая на цилиндр, обтекаемый потоком в поперечном направлении, если число его оборотов  $n$  увеличится в два раза, а скорость потока снизится на 30%?
2. Пользуясь диаграммой расчёта скачков уплотнения, определить (с точностью до 1-го знака после запятой) угол поворота стенки и статическое давление до скачка (в [кПа]).

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-6</sub> Демонстрирует знание единиц измерения физических величин, основных методов их измерения

### **Вопросы, задания**

1. Для расширяющегося сопла найти диапазон режимов со скачками уплотнения внутри сопла. Как на основе опытной зависимости определить положение скачка в расширяющейся части сопла Лаваля?

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-6</sub> Выполняет измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает погрешность

### **Вопросы, задания**

1. Определить минимально необходимое полное давление, которое должен создавать насос, чтобы раствор бетона плотностью 2400 кг/м<sup>3</sup> подавать на высоту 172 м с расходом 0,3 м<sup>3</sup>/с.
2. Какие давление, температуру и плотность должен иметь воздух на входе в аэродинамическую трубу, чтобы в её рабочей части обеспечить скорость 380 м/с при температуре 440 К и давлении 0,78 · 10<sup>5</sup> Па?

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

## ***II. Описание шкалы оценивания***

Оценка: 5

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно решены все задачи.

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно решены только 4 задачи.

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно решены только 3 задачи.

### ***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.