

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
  
\_\_\_\_\_ Левихин А.А.  
  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АЭРОГАЗОДИНАМИКА

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Чернышов Михаил Викторович, д.т.н., доцент, профессор

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АЭРОГАЗОДИНАМИКА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-5**

*знания:*

Приобретение студентом знаний в области аэрогидрогазодинамики;

описание моделей жидкости и газа;

основные методы расчета задач аэрогидрогазодинамики;

методы теоретического и экспериментального исследования процесса сверхзвукового течения газа;

изучить основные методы расчета задач аэрогидрогазодинамики;;

*умения:*

определять режим движения и виды сопротивлений русла потока в зависимости от режима движения;

анализировать процесс течения сверхзвукового газа;

решать задачи аэрогидрогазодинамики;;

*навыки:*

Постановки и решения практических задач;

использования расчетных зависимостей для определения параметров покоящейся и движущейся жидкости;

определять скорость потока;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АЭРОГАЗОДИНАМИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ОПК-5
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	<b>Раздел 1. Предмет механики жидкости и газа. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.</b> Основные постулаты, понятие сплошной среды. Индивидуальные и субстанциальные производные. Скорость объемного расширения. Производная от интеграла по жидкому объему. Вывод уравнения неразрывности, уравнения закона изменения количества движения, уравнения для внутренней энергии. Формула Коши. Тензор напряжений Симметрия тензора напряжений в обычных условиях.	15	6	6	0	0	9	15
3	6	<b>Раздел 2. Кинематика сплошной среды. Реологические модели сплошной среды.</b> Траектория жидкой частицы и линия тока. Поле скоростей сплошной среды в окрестности точки. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций, физический смысл его компонент. Модель идеальной жидкости. модель вязкой ньютоновской жидкости. Коэффициенты вязкости для капельной жидкости и газа. Формула Сатерленда.	11	6	6	0	0	5	15
3	6	<b>Раздел 3. Вектор плотности потока тепла. Термодинамическая модель среды.</b> Закон Фурье. Число Прандтля. Совершенный газ. Несжимаемая жидкость.	14	6	6	0	0	8	15
3	6	<b>Раздел 4. Замкнутые системы уравнений. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.</b> Постановки задач для 1) невязкого нетеплопроводного газа, 2) вязкой несжимаемой жидкости, 3) вязкого сжимаемого газа. Адиабата. Изэнтропические и адиабатические течения. Адиабата Пуассона. Уравнение движения идеального газа в форме Громеки–Лэмба. Интеграл Бернулли: общий вывод и частные случаи. Газодинамические функции изэнтропического течения. Примеры на использование интеграла Бернулли. Критические параметры и теоретическая максимальная скорость газа.	19	9	4	5	0	10	15
3	6	<b>Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.</b> Квазидномерные установившиеся движения жидкости. Течение газа в сопле Лаваля. Расчетный и нерасчетный режимы. Условия динамической совместности на сильных разрывах. Контактные разрывы и ударные волны. Адиабата Рэнкина-Гюгонио. Трубка Пито–Прандтля. Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения.	24	21	6	5	10	3	20
3	6	<b>Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.</b> Формулировка основных допущений и вывод Прандтля уравнений пограничного слоя. Оценка толщины пограничного слоя. Коэффициент местного трения. Сопотвление трения пластины конечной длины. Элементы теории турбулентного пограничного слоя.	25	20	6	7	7	5	20
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	68	34	17	17	40	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	17	17	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	Квазидномерные установившиеся движения жидкости. Течение газа в сопле Лаваля. Расчетный и нерасчетный режимы. Условия динамической совместности на сильных разрывах. Контактные разрывы и ударные волны. Адиабата Рэнкина-Гюгонио. Трубка Пито–Прандтля. Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения.	10
2	Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	Формулировка основных допущений и вывод Прандтля уравнений пограничного слоя. Оценка толщины пограничного слоя. Коэффициент местного трения. Сопотвление трения пластины конечной длины. Элементы теории турбулентного пограничного слоя.	7
<b>Всего за 6 семестр</b>			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд.
-------	---	-------------------------------	-------------

			часов
1	Раздел 4. Замкнутые системы уравнений. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	Определение аэродинамических характеристик профиля по распределению давления.	2
2		Исследование аэродинамических характеристик оперенного тела на аэродинамических весах	3
3	Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	Истечения газа из сосуда конечного объема.	2
4		Течения газа по соплу Лаваля.	3
5	Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	Скачки уплотнения в сверхзвуковой перерасширенной струе.	3
6		Натекание сверхзвуковой струи на преграду конечных размеров.	4
Всего за 6 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет механики жидкости и газа. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	9
2	Раздел 2. Кинематика сплошной среды. Реологические модели сплошной среды.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	5
3	Раздел 3. Вектор плотности потока тепла. Термодинамическая модель среды.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	8
4	Раздел 4. Замкнутые системы уравнений. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
5		Подготовка к лабораторным занятиям	5
6	Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	1
7		Подготовка к лабораторным занятиям	1
8		Оформление отчетов для защиты ЛР	1
9	Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	1
10		Подготовка к лабораторным занятиям	2
11		Оформление отчетов для защиты ЛР	2
Всего за 6 семестр			40

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6		ЛР	ТекК	ЛР		ДР	ТекК		ЛР	ДР		ЛР			Вопр. Зач	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
2. М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
3. Ю. М. Циркунов. . Лекции по механике жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://uraif.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Установка для изучения истечения газа из баллона;
2. Установка длинный трубопровод для определения коэффициента трения.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **АЭРОГАЗОДИНАМИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с газодинамическими процессами. Обучаемые знакомятся с основами теоретической и прикладной механики жидкости и газа, что служит основой их дальнейшей профессиональной деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Предмет механики жидкости и газа. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа: Москва: Юрайт, 2020 (1)	9
Итого по разделу 1		9
Раздел 2. Кинематика сплошной среды. Реологические модели сплошной среды.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1,2)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Вектор плотности потока тепла. Термодинамическая модель среды.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Ю. М. Циркунов. . Лекции по механике жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2,3)	8
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Замкнутые системы уравнений. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа: Москва: Юрайт, 2020 (3) М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)	5
Подготовка к лабораторным занятиям	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)	5
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Ю. М. Циркунов. . Лекции по механике жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3)	1
Подготовка к лабораторным занятиям		1
Оформление отчетов для защиты ЛР		1
Итого по разделу 5		3
Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4)	1
Подготовка к лабораторным занятиям		2
Оформление отчетов для защиты ЛР		2
Итого по разделу 6		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

Ответы на контрольные вопросы по определенным разделам дисциплины осуществляются в устной форме. Студенту задаются 3 вопроса в рамках изучаемого раздела, для успешной аттестации необходимо правильно ответить на 2 и выше вопросов. Ответ на вопрос должен быть правильным, содержательным, аргументированным.

Список контрольных вопросов представлен в УМК.

#### Лабораторная работа

- Допуск к ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента печатной версии отчета по лабораторной работе, со всеми сделанными расчетами и выводами.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, преподаватель принимает лабораторную работу как сданную.

Основаниями для не принятия или не защиты лабораторной работы, является:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках, отсутствие названия графика).
- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

#### Вопросы к зачету

Вопросы к зачёту прилагаются в УМК дисциплине

#### Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена, к которому допускается обучающийся при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. Экзамен проводится в форме ответов на 2 вопроса экзаменационного билета. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины. Итоги сдачи экзамена оцениваются следующим образом:

– полный правильный ответ на оба вопроса – отлично;

– полный правильный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – хорошо;

- неполные ответы на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – удовлетворительно;
- неправильные ответы и неготовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-5	
3	6	Раздел 1. Предмет механики жидкости и газа. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.	15	6	6	0	0	9	15	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Кинематика сплошной среды. Реологические модели сплошной среды.	11	6	6	0	0	5	15	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 3. Вектор плотности потока тепла. Термодинамическая модель среды.	14	6	6	0	0	8	15	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 4. Замкнутые системы уравнений. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	19	9	4	5	0	10	15	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 5. Функция приведенного расхода. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	24	21	6	5	10	3	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 6. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	25	20	6	7	7	5	20	Лабораторная работа, Вопросы к зачету
Всего за 6 семестр			108	68	34	17	17	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100	

## Оценочные материалы по дисциплине АЭРОГАЗОДИНАМИКА

**ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Дополнительно к трем основным постулатам МЖГ принимается гипотеза о справедливости классической термодинамики, что это означает:
1. Время прихода элементарной жидкой частицы в термодинамическое равновесие равно бесконечности.
  2. Время прихода элементарной жидкой частицы в термодинамическое равновесие много меньше времени заметного изменения газодинамических параметров при ее движении.
  3. Время прихода элементарной жидкой частицы в термодинамическое равновесие много больше времени заметного изменения газодинамических параметров при ее движении.
  4. Время прихода элементарной жидкой частицы в термодинамическое равновесие равно времени заметного изменения газодинамических параметров при ее движении.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- На поверхности твердого тела для вязкого совершенного газа ставятся следующие граничные условия:
1. Скорость и температура «на бесконечности»
  2. Условие «непротекания»
  3. Условие «прилипания»
  4. Тепловой режим поверхности (условие на температуру, тепловой поток или сопряжение)
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Интеграл адиабаты Лапласа-Пуассона получен при следующих условиях (допущениях):
1. Идеальный газ
  2. Течение установившееся
  3. Отсутствуют теплообмен через поверхность и объемное излучение/поглощение тепла
  4. Массовые силы потенциальны
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Что позволяет использовать постулат (гипотеза) сплошности:
1. Принцип обратимости движения
  2. Непрерывность полей параметров газодинамических функций
  3. Молекулярнокинетическую теорию
  4. Аппарат математического анализа
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие типа газодинамического разрыва и его описание свойств:
1. Поток проходит через разрыв, давление и температура резко растут, число Маха становится дозвуковым (меньше величины до разрыва)



2. Поток не проходит через разрыв (движется параллельно или покоится), давления сред с обеих сторон разрыва равны, остальные параметры произвольны

3. Поток проходит через разрыв, плотность и энтропия резко растут, число Маха становится сверхзвуковым (меньше величины до разрыва)

А. Сильный скачок уплотнения

Б. Слабый скачок уплотнения

В. Бесконтактная поверхность

Г. Контактный разрыв

Д. Веер характеристик

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите изменение параметров в потоке и поведение линий характеристик в этом потоке:

1. Характеристики обеих семейств прямолинейны и не меняются в потоке

2. Характеристики одного семейства прямолинейны и образуют расходящийся веер

3. Характеристики одного семейства прямолинейны и образуют сходящийся веер

4. Характеристики одного семейства прямолинейны и образуют в области сходящихся характеристик линию их пересечения

5. Характеристики обеих семейств криволинейны, их наклон по отношению к направлению движения потока уменьшается

А. Поток разгоняется и продолжает двигаться в том же направлении

Б. Поток тормозится и поворачивает около вогнутого двугранного угла или вогнутой поверхности

В. Поток разгоняется и поворачивает около выпуклого двугранного угла или выпуклой поверхности

Г. В потоке образуется косой скачок уплотнения

Д. Поток тормозится и продолжает двигаться в том же направлении

Е. Однородный поток

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите последовательность действия для решения задачи об установившемся течении газа по соплу Лаваля и истечению струи из него:

1. Через геометрию сопла получить определить распределение расчетного числа Маха по оси сопла через связь с приведенной функцией расхода и отношением площадей поперечных сечений сопла

2. Получив параметры потока на срезе сопла, найти режим истечения струи

3. По изэнтропическим функциям и параметрам торможения найти распределение параметров вдоль оси сопла через распределение числа Маха

4. Получить исходные данные: параметры торможения (параметры в камере сгорания) и геометрию сопла

5. По степени нерасчетности определить типовую структуру струи после выхода из сопла и рассчитать параметры в зонах струи, используя соотношения на скачках уплотнения и в волнах разрежения

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Какова последовательность решения задачи в аэрогидрогазодинамике:

1. Формирование физико-механического описания задачи (ключевых действующих факторов)
  2. Решение прикладной задачи или серии задач, зависящих от параметра (или параметров)
  3. Определение параметров задачи, известных (экспериментальных) данных и целевых показателей
  4. Поиск и анализ ранее выполненных решений, анализ научно-технической литературы
  5. Введение и обоснование допущений, формирование математической модели
  6. Анализ результатов, сравнение с экспериментами и целевыми показателями
  7. Построение численной модели или поиск аналитического решения (если возможен)
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Если среда покоится или движется как абсолютно твердое тело, то из модели вязкого газа (вязкой ньютоновской жидкости) следует, что:
1. В такой среде не действуют напряжения
  2. В среде действуют нормальные и касательные напряжения
  3. В среде действуют только касательные напряжения
  4. В среде действуют только нормальные напряжения
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Когда траектории и линии тока совпадают?*
1. Всегда совпадают
  2. Никогда не совпадают
  3. Всегда совпадают в установившемся режиме
  4. Всегда совпадают в неуставившемся режиме
  5. Всегда совпадают при ламинарном движении
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Что такое сопло Лавая?
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Что показывает число Рейнольдса?

Содержание дисциплины является логическим продолжением знаний, полученных при освоении программы бакалавриата, в том числе по дисциплине "Иностранный язык" и служит основой для освоения дисциплин: