

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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	5	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	ЭКЗ.
3	6	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	ЭКЗ.
ВСЕГО		6	216	136	68	34	34	80	0	0	80	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Циркунов Юрий Михайлович, д.ф.-м.н., профессор, профессор

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Веревкин Анатолий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент

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

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

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-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и общетехнических дисциплин;

умения:

Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, умеет применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

навыки:

Имеет навык математического анализа и моделирования с использованием естественнонаучных и общетехнических знаний.

ОПК-5

знания:

Знает современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

Умеет применять методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

навыки:

Имеет навык решения профессиональных задач авиационной и ракетно-космической техники современными подходами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТИ, ГАЗА И СТРУЙ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-5
3	5	Раздел 1. Предмет механика жидкости и газа. Основные понятия и определения. Механика жидкости и газа как раздел механики. Задачи, решаемые механикой жидкости и газа. Разделы механики жидкости и газа. Понятие сплошной среды. Понятие легкодеформируемой (текучей) среды. Сжимаемая и несжимаемая среда. Понятие жидкой частицы и скорости жидкой частицы. Термодинамические параметры газов и паров. Совершенные газы. Вязкость и теплопроводность газов. Невязкие и нетеплопроводные (изэнтропические) течения. Внутренняя энергия и энтальпия газовых потоков.	9	4	4	0	0	5	10	10
3	5	Раздел 2. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа. Вывод уравнения неразрывности, уравнения закона изменения количества движения, уравнения для внутренней энергии. Формула Коши. Тензор напряжений. Симметрия тензора напряжений в обычных условиях.	12	8	4	0	4	4	5	5
3	5	Раздел 3. Кинематика сплошной среды. Траектория жидкой частицы и линия тока. Поле скоростей сплошной среды в окрестности точки. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций, физический смысл его компонент.	10	6	4	0	2	4	5	5
3	5	Раздел 4. Реологические модели сплошной среды. Модель идеальной жидкости, модель вязкой ньютоновской жидкости. Коэффициенты вязкости для каплярной жидкости и газа. Формула Сатерленда.	11	6	4	0	2	5	5	5
3	5	Раздел 5. Вектор плотности потока тепла. Термодинамическая модель среды. Закон Фурье. Число Прандтля. Совершенный газ. Несжимаемая жидкость.	10	6	4	0	2	4	5	5
3	5	Раздел 6. Замкнутые системы уравнений. Постановки задач для 1) невязкого нетеплопроводного газа, 2) вязкой несжимаемой жидкости, 3) вязкого сжимаемого газа.	11	6	4	0	2	5	5	5
3	5	Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости. Функция приведенного расхода. 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. Квазидномерные установившиеся движения жидкости. Течение газа в сопле Лаваля. Расчетный и нерасчетный режимы.	16	12	4	6	2	4	5	5
3	5	Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике. Условия динамической совместности на сильных разрывах. Контактные разрывы и ударные волны. Адиабата Рэнкина-Гюгонио. Трубка Пито–Прандтля. Прямой скачок уплотнения. Косой скачок уплотнения.	15	11	4	6	1	4	5	5
3	5	Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины. Формулировка основных допущений и вывод Прандтля уравнений пограничного слоя. Оценка толщины пограничного слоя. Коэффициент местного трения. Сопротивление трения пластины конечной длины. Элементы теории турбулентного пограничного слоя.	14	9	2	5	2	5	5	5
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	50	50
3	6	Раздел 10. Плоские безвихревые установившиеся течения несжимаемой жидкости. Определение. Система уравнений. Потенциал скоростей. Функция тока. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Примеры плоских безвихревых течений в терминах комплексного потенциала. Однородный поток. Источник/сток. Течение, индуцированное вихревой нитью. Примеры плоских безвихревых течений в терминах комплексного потенциала. Диполь.	13	7	5	0	2	6	10	10
3	6	Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра. Общий вид комплексного потенциала. Обтекание неподвижного цилиндра. Комплексный потенциал течения, индуцированного движущимся в неподвижной жидкости цилиндром. Главный вектор сил. Парадокс Даламбера. Сравнение теории с экспериментом.	17	11	5	3	3	6	10	10
3	6	Раздел 12. Метод конформных отображений. Общий вид комплексного потенциала течения около произвольного контура в случае, если известно конформное отображение внешности контура на внешность круга. Поперечное обтекание эллиптического цилиндра.	15	9	6	0	3	6	10	10
3	6	Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой. Вычисление циркуляции. Формулы Чаплыгина-Блазиуса для главного вектора и главного момента сил давления, действующих на профиль при его безотрывном обтекании. Теорема Жуковского для подъемной силы. Выражение главного момента сил давления через циркуляцию.	20	13	6	4	3	7	10	10
3	6	Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского. Безотрывное обтекание пластинки под углом атаки безвихревым потоком идеальной несжимаемой жидкости. Построение профилей	20	13	6	4	3	7	5	5

		Жуковского. Профили Кармана-Трефтца. Сравнение теории с экспериментом.								
3	6	Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха. Основные допущения и вихревая схема крыла Прандтля. Индуктивная скорость и угол скаса потока. Метод плоских сечений. Вычисление силы сопротивления и подъемной силы. Качество крыла и наивыгоднейшая форма крыла в плане. Распределение циркуляции по длине крыла.	23	15	6	6	3	8	5	5
Всего за 6 семестр			108	68	34	17	17	40	50	50
Всего по дисциплине			216	136	68	34	34	80	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.	Понятие «точки» пространства сплошной среды. Критерий сплошности – число Кнудсена (Kn). Количественные характеристики линейной и объемной деформации. Скорость линейной и объемной деформации. Зависимость скорости деформации от возникающих в среде напряжений. Совершенный газ. Уравнение Клайперона. Коэффициент вязкости. Гипотеза Ньютона. Коэффициент теплопроводности. Закон Фурье. Теплоёмкость газов C_p и C_v . Энтропия. Внутренняя энергия и энтальпия. Изэнтропическое течение.	4
2	Раздел 3. Кинематика сплошной среды.	Закон сохранения энергии для жидкой частицы. Источники и стоки массы. Дивергенция скорости. Физический смысл «прямых» производных скорости.	2
3	Раздел 4. Реологические модели сплошной среды.	Второй закон Ньютона для движущейся в гравитационном поле жидкой частицы в отсутствие вязкого трения. Градиент давления. Начальные и граничные условия. Случай покоящейся тяжелой жидкости. Уравнение гидростатики.	2
4	Раздел 5. Вектор плотности потока тепла.	Струйка тока. Полная энергия потока. Уравнение энергии. Изэнтропическое стационарное течение. Уравнение Бернулли в общем виде и для несжимаемого и сжимаемого течений. Максимальная скорость потока.	2
5	Раздел 6. Замкнутые системы уравнений.	Малые возмущения упругой среды (звук) и скорость звука. Звуковое давление. Логарифмическая шкала для измерения интенсивности (силы) звука (D_b и D_{Ba}). Число Маха. Система уравнений для изэнтропического сжимаемого стационарного течения совершенного газа. Газодинамические функции. Критическое течение и критические параметры течения.	2
6	Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	Приемники (трубки) давления: Пито, Прандтля, Пито-Прандтля. Трубка Вентури. Расчет полного и статического давлений потока по измерениям приемников давления. Аэродинамические силы, моменты и коэффициенты. Устойчивость ЛА	2
7	Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	Сопло Лавала. Режимы истечения. Расчет параметров течения в сопле Лавала (одномерное течение). Расчет параметров течения в сопле Лавала (двумерное течение). Расход газа через сопло. Нерасчетность струи. Реактивная сила (тяга) сопла.	1
8	Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	Вязкость. Число Рейнольдса. Ламинарное и турбулентное течения. Пограничный слой. Скачок уплотнения. Соотношение параметров на скачке. Адиабата Рэнкина-Гюгонио. Расчет полного и статического давлений сверхзвукового потока по измерениям трубкой Пито-Прандтля. Потеря полного давления на скачке	2
Всего за 5 семестр			17
9	Раздел 10. Плоские	Потенциал скоростей. Функция тока. Примеры плоских безвихревых течений в терминах комплексного потенциала.	2

	безвихревые установившиеся течения несжимаемой жидкости.		
10	Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра.	Обтекание неподвижного цилиндра. Парадокс Даламбера.	3
11	Раздел 12. Метод конформных отображений.	Поперечное обтекание эллиптического цилиндра.	3
12	Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой.	Формулы Чаплыгина-Блазиуса для главного вектора и главного момента сил давления, действующих на профиль при его безотрывном обтекании.	3
13	Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского.	Построение профилей Жуковского и решение задач об обтекании профилей Жуковского.	3
14	Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха.	Основные допущения и вихревая схема крыла Прандтля.	3
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	1) Определение аэродинамических характеристик осесимметричного тела	3
2		2) Исследование аэродинамических характеристик профиля крыла по измеренному распределению давления на его поверхности	3
3	Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	3) Течения газа по соплу Лаваля	3
4		4) Истечения газа из сосуда конечного объема	3
5	Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	5) Силовое воздействие сверхзвуковой струи на преграду	5
Всего за 5 семестр			17
6	Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра.	1) Исследование распределения давления по поверхности поперечно обтекаемого кругового цилиндра	3
7	Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой.	2) Определение лобового сопротивления профиля методом импульсов	4
8	Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского.	3) Течение газа в длинном трубопроводе	4
9	Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха.	4) Обтекание ромба сверхзвуковым потоком	3
10		5) Скачки уплотнения в сверхзвуковой	3

	перерасширенной струе	
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 механика жидкости и газа.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	5
2	Раздел 2. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	4
3	Раздел 3. Кинематика сплошной среды.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	4
4	Раздел 4. Реологические модели сплошной среды.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	5
5	Раздел 5. Вектор плотности потока тепла.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	4
6	Раздел 6. Замкнутые системы уравнений.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	5
7	Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	4
8	Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	4
9	Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	5
Всего за 5 семестр			40
10	Раздел 10. Плоские безвихревые установившиеся течения несжимаемой жидкости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	6
11	Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	6
12	Раздел 12. Метод конформных отображений.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	6
13	Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	7
14	Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	7
15	Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	8
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
5			ТекК		ТекК, ЛР	ДР	ЛР, ТекК	ТекК	ЛР, ТекК	ДР	ЛР, ТекК	ТекК	ЛР, ТекК		ТекК	ДР	
6			ТекК, ЛР		ТекК, ЛР	ДР	ТекК, ЛР		ТекК, ЛР	ДР	ТекК, ЛР				ТекК	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа.

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

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

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. А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
3. В. А. Зазимко, П. Д. Горохова. . Тензорный анализ в газовой динамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 экз.
4. В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
5. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 61 экз.
6. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
7. Е. И. Агеев, А. З. Копылов. . Механика жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
8. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017, 50 экз.
9. Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 27 экз.
10. М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
11. С. В. Валландер. . Лекции по гидроаэромеханике. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005, 50 экз.
12. Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова. . Методы возмущений в задачах аэродинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 39 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. I Статика и кинематика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.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 - 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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1;

- 3. Microsoft Office;
- 4. Google Chrome.

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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. Google Chrome.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Установка для изучения истечения газа из баллона;
3. Дозвуковая аэродинамическая труба АСТ-1;
4. Труба больших скоростей Малая сверхзвуковая труба;
5. 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 **МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением газодинамических процессов. Обучающиеся 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;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**80 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 80 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 механика жидкости и газа.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017 (1-2) В. А. Зазимко, П. Д. Горохова. . Тензорный анализ в газовой динамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-2)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Кинематика сплошной среды.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) Е. И. Агеев, А. З. Копылов. . Механика жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-2) А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2)	4
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Реологические модели сплошной среды.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3) А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова,	5

	2011 (1-3) Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова. . Методы возмущений в задачах аэродинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-2)	
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Вектор плотности потока тепла.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (2) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2-3) Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. I Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982 (1-2)	4
Итого по разделу 5		4
Раздел 6. Замкнутые системы уравнений.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	С. В. Валландер. . Лекции по гидроаэромеханике: СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005 (1-3) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	А. А. Гусев. . Механика жидкости и газа: Москва: Юрайт, 2020 (2) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3) Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (2-3)	4
Итого по разделу 7		4
Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) Е. И. Агеев, А. З. Копылов. . Механика жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	4
Итого по разделу 8		4
Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-4) М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов. . Основы аэрогазодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-3)	5
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Плоские безвихревые установившиеся течения несжимаемой жидкости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (12, раздел 1-4) Е. И. Агеев, А. З. Копылов. . Механика жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5-7)	6
Итого по разделу 10		6
Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра.		
Изучение предусмотренных	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны:	6

программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 5)	
Итого по разделу 11		6
Раздел 12. Метод конформных отображений.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 7-8)	6
Итого по разделу 12		6
Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 10-15)	7
Итого по разделу 13		7
Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 15)	7
Итого по разделу 14		7
Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (17, раздел 2-4)	8
Итого по разделу 15		8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- экзамен;
- 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

Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при представлении студентом в письменном виде описания, содержащего постановку задачи лабораторной работы, план выполнения лабораторной работы и цели предлагаемого исследования и в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более чем 50% вопросов является допуском к лабораторной работе.

Отчёт по ЛР. Отчёт по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Отчет должен содержать: цель ЛР, физическую постановку задачи, математическую модель, результаты исследования, представленные в численном виде и в виде графика, анализа полученных результатов и выводов по ЛР. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. В ходе защиты лабораторной работы обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы. Оценивается по 9-и бальной шкале:

9-5 баллов – отчет оформлен в соответствии с требованиями, в ходе собеседования студент ответил на все вопросы, защита ЛР выполнена в срок две недели после проведения работы;

4-2 балла – отчет оформлен в соответствии с требованиями, в ходе собеседования студент ответил на все вопросы, защита ЛР выполнена в срок 4 недели после проведения работы или отчет оформлен с нарушениями, в ходе собеседования студент ответил не на все вопросы, защита ЛР выполнена в срок 2 недели после проведения работы;

1 балл – отчет оформлен в соответствии с требованиями, в ходе собеседования студент ответил на все вопросы, защита ЛР выполнена в срок до конца семестра;

0 баллов - отчет не предоставлен в срок или выполнен с грубыми нарушениями.

Итоговое количество баллов определяется полнотой и правильностью ответов студента и количеством попыток защиты.

Основаниями для доработки или снижения баллов могут служить:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчёт не может быть принят и подлежит переработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов расчётов.

Экзамен (семестр 5)

Итоговый контроль по дисциплине в 5 семестре проходит в форме экзамена. 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 не готовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

Экзамен (семестр 6)

Итоговый контроль по дисциплине в 6 семестре проходит в форме экзамена. 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 не готовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

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-1	ОПК-5	
3	5	Раздел 1. Предмет механика жидкости и газа.	9	4	4	0	0	5	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Уравнения законов сохранения в механике жидкости и газа.	12	8	4	0	4	4	5	5	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Кинематика сплошной среды.	10	6	4	0	2	4	5	5	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Реологические модели сплошной среды.	11	6	4	0	2	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Вектор плотности потока тепла.	10	6	4	0	2	4	5	5	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Замкнутые системы уравнений.	11	6	4	0	2	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 7. Интегралы системы уравнений движения идеальной жидкости.	16	12	4	6	2	4	5	5	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	5	Раздел 8. Сильные и слабые разрывы в газовой динамике.	15	11	4	6	1	4	5	5	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	5	Раздел 9. Задача Блазиуса о продольном обтекании плоской пластины.	14	9	2	5	2	5	5	5	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
Всего за 5 семестр			108	68	34	17	17	40	50	50	
3	6	Раздел 10. Плоские безвихревые установившиеся течения несжимаемой жидкости.	13	7	5	0	2	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра.	17	11	5	3	3	6	10	10	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа

3	6	Раздел 12. Метод конформных отображений.	15	9	6	0	3	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 13. Постулат Чаплыгина-Жуковского для профиля с задней острой кромкой.	20	13	6	4	3	7	10	10	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 14. Решение задач об обтекании профилей Жуковского.	20	13	6	4	3	7	5	5	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 15. Элементы теории крыла конечного размаха.	23	15	6	6	3	8	5	5	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			108	68	34	17	17	40	50	50	
Всего по дисциплине			216	136	68	34	34	80	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Симметричность тензора напряжений является строгим следствием выполнения какого закона:
1. Закона сохранения массы
 2. Закона изменения количества движения
 3. Закона изменения момента количества движения
 4. Закона изменения (сохранения) энергии
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что является предметом курса классической теоретической Механики Жидкости и ГАЗА (МЖГ)?
- № 3 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.
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что справедливо при моделировании течений газа около твердых тел при больших числах Рейнольдса (с определенными оговорками)
- № 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 поперек), давления 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
- № 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 механике жидкости и газа:

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 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)

№ 11 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

№ 12 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

ОПК-5 - Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объясните отличия рассмотренных моделей одномерного течения газа по соплу Лаваля и течение по соплу как от точечного газового источника?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие эффекты необходимо учитывать вместе с эффектами вязкости при формулировке модели течения газа/жидкости?

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Чтобы при обтекании клина потоком газа возник отсоединенный скачок необходимо выполнение следующих условий:

1. Дозвуковой набегающий поток
2. Клин имеет переднюю острую кромку
3. Хотя бы один из углов между направлением набегающего потока и гранями клина был больше предельного угла поворота потока, зависящего от числа Маха набегающего потока и показателя адиабаты газа

4. Газ должен быть предварительно нагрет
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите примеры, в которых возникают прямые скачки уплотнения:
1. Истечение перерасширенной сверхзвуковой струи из сопла Лаваля с малой степенью нерасчетности ($0,7 < n < 1$)
 2. Натекание сверхзвуковой струи на острый клин под малым углом атаки
 3. Обтекание сферы сверхзвуковой струей
 4. Истечение перерасширенной сверхзвуковой струи из сопла Лаваля с большой степенью нерасчетности ($n < 0,7$)
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите верные утверждения для течения в волне разрежения Прандтля-Майера:
1. течение плоское установившееся
 2. течение дозвуковое
 3. поток обтекает безотрывно выпуклую поверхность
 4. число Маха и скорость потока растут, давление и температура падают
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- При каких условиях применим метод характеристик, выберите верные:
1. течение невязкое (идеальный газ)
 2. течение установившееся
 3. течение плоское
 4. течение несжимаемое
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
- Соотнесите поведение потока газа и форму канала:
1. Дозвуковой поток тормозится
 2. Сверхзвуковой поток тормозится
 3. Дозвуковой поток разгоняется
 4. Сверхзвуковой поток разгоняется
- А. Конфузор
- Б. Диффузор
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие
- Как изменяются параметры газа при течении через скачок уплотнения (установите соответствие):
1. Давление
 2. Плотность
 3. Нормальная компонента скорости
 4. Касательная компонента скорости
 5. Температура
 6. Скорость звука

7. Число Маха
 8. Энтропия
 9. Давление торможения
 10. Температура торможения
- А. Постоянно

Б. Падает

В. Растет

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите последовательность шагов для частичного аналитического решения задачи об истечении сверхзвуковой струи из сопла Лавала (считать истекающий поток после среза однородным) в перерасширенном режиме и рассмотреть первую «бочку» течения:

1. Определить степень нерасчетности струи ($n = p_a/p_n$)
2. По интенсивности скачка и числу Маха потока на срезе сопла найти изменение параметров на падающем скачке (угол наклона скачка, угол поворота потока, число Маха за скачком, давление торможения за скачком)
3. Если угол поворота потока на падающем скачке больше предельного угла поворота потока, найденного по числу Маха за падающим скачком, реализуется нерегулярная схема отражения. В центральной приосевой части струи возникает прямой скачок, найти параметры за прямым скачком (давление, число Маха, давление торможения). Найденное давление за прямым скачком будет равно давлению за отраженным косым скачком (т. к. между этими частями струи будет контактный разрыв), то есть можно найти интенсивность отраженного косого скачка. Для известной интенсивности и числа Маха перед отраженным скачком, равным числу Маха за падающим скачком, найти параметры за отраженным косым скачком (угол наклона скачка, угол поворота потока, число Маха, давление торможения)
4. Найти предельный угол поворота потока на косом скачке уплотнения, соответствующем числу Маха потока за падающим скачком
5. Определить параметры потока на срезе сопла по параметрам торможения и геометрии сопла
6. Найти интенсивность падающего косого скачка уплотнения ($J = p_n/p_a = 1/n$)
7. Если угол поворота потока на падающем скачке меньше предельного угла поворота потока, найденного по числу Маха за падающим скачком, реализуется регулярная схема отражения, найти параметры за отраженным косым скачком (угол наклона скачка, число Маха, давление торможения) при условии равенства угла поворота потока за ним углу поворота потока за падающим скачком (то есть отраженный скачок поворачивает поток на тот же угол, что и падающий, только в противоположную сторону)

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Представьте движение жидкой частицы (ЖЧ) в течении газа по оси симметрии реактивного ракетного двигателя и последующее взаимодействие струи с близко расположенной преградой в предположении адиабатичности течения по соплу, какова будет правильная последовательность утверждений (включите в последовательность только правильные утверждения):

А. Давление, плотность и температура ЖЧ растут, размер жидкой частицы уменьшается в камере сгорания

Б. ЖЧ выходит из сопла и движется по оси свободной струи, параметры частицы не меняются

В. Проходя через скачок уплотнения, формирующийся перед преградой, скорость ЖЧ резко уменьшается, число Маха падает но остается сверхзвуковым, давление и температура резко растут, размер частицы резко растет

Г. ЖЧ начинает движение к выходу из камеры сгорания, растет скорость

Д. ЖЧ входит в сопло Лавалья и движется по сужающейся части, скорость и число Маха растут, размер частицы уменьшается, давление, плотность и температура падают

Е. Сгорание топлива и окислителя в камере сгорания

Ж. ЖЧ начинает движение к выходу из камеры сгорания, падает скорость

З. ЖЧ входит в сопло Лавалья и движется по сужающейся части, скорость и число Маха растут, размер частицы увеличивается, давление, плотность и температура падают

И. Давление, плотность и температура ЖЧ падают, размер жидкой частицы увеличивается в камере сгорания

К. ЖЧ движется по расширяющейся части сопла, скорость и число Маха продолжают расти, размер частицы продолжает увеличиваться, давление, плотность и температура продолжают падать

Л. ЖЧ выходит из сопла и движется по оси свободной струи, число Маха падает, давление, плотность и температура растут

М. ЖЧ проходит горло сопла, число Маха становится больше 1, давление становится меньше критического

Н. Двигаясь по оси течения, ЖЧ приближается к преграде, давление и температура растут, скорость и число Маха падают

О. Проходя через скачок уплотнения, формирующийся перед преградой, скорость ЖЧ резко уменьшается, число Маха становится за скачком дозвуковым, давление и температура резко растут, размер частицы резко падает

П. ЖЧ достигает преграды, скорость и число Маха становятся равны нулю, давление равно давлению торможения потока за скачком

Р. Двигаясь по оси течения, ЖЧ приближается к преграде, все параметры увеличиваются

С. ЖЧ проходит горло сопла, число Маха становится больше 1, давление становится больше критического

Т. ЖЧ достигает преграды, скорость и число Маха становятся равны нулю, давление равно давлению торможения в камере сгорания

У. ЖЧ движется по расширяющейся части сопла, скорость и число Маха продолжают расти, размер частицы продолжает уменьшаться, давление, плотность и температура продолжают падать

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В какой части сопла Лавалья поток является дозвуковым:

1. становится дозвуковым сразу после выхода из сопла
2. в сужающейся части
3. в расширяющейся части
4. уже на входе в сопло скорость сверхзвуковая

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Каким будет число Маха потока за прямым скачком уплотнения:

1. $M = 0$
2. $M < 1$
3. $M = 1$

4. $M > 1$