

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Гидроаэродинамика |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| 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)**

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2025

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 навыки математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

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 в области авиационной и ракетно-космической техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

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-Гюгонно. Трубка Пито–Прандтля в сверхзвуковых потоках. 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. | 18 | 12 | 5 | 4 | 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. | 22 | 14 | 6 | 5 | 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 ($Дб$ и $ДБа$). 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 Лаваля. Режимы истечения. Расчет параметров течения в сопле Лаваля (одномерное течение). Расчет параметров течения в сопле Лаваля (двумерное течение). Расход газа через сопло. Нерасчетность струи. Реактивная сила (тяги) 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) Скачки уплотнения в сверхзвуковой перерасширенной струе. | 5 |
| Всего за 5 семестр | | | 17 |
| 6 | Раздел 11. Поперечное потенциальное обтекание кругового цилиндра. | 1) Исследование распределения давления по поверхности поперечно обтекаемого кругового цилиндра. | 4 |
| 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. | 5 |

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 | ТекК, ЛР | | ТекК | ДР | |
| 6 | | | ТекК, ЛР | | ТекК, ЛР | ДР | ТекК, ЛР | | ТекК, ЛР | ДР | ТекК | | | | 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 24.03.03 *Баллистика и гидроаэродинамика*. 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-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 | Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) 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) | 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 | А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, | 5 |

| | | |
|--|--|---|
| | 2013 (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 | В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2-3) Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (2) 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) Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (2-3) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (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 | Е. И. Агеев, А. З. Копылов. . Механика жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) А. З. Копылов, Е. И. Агеев. . Гидродинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) | 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 | Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ | 6 |

| | | |
|--|--|---|
| программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям | "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 5) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4) | |
| 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 | Г. А. Акимов, В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (12, раздел 10-15) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) | 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

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

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. | 18 | 12 | 5 | 4 | 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. | 22 | 14 | 6 | 5 | 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 и установите соответствие

Соотнесите метод описания течения с его названием:

1. Описание течения жидкостей и газов через описание движения индивидуальных жидких элементарных частиц
2. Описание течения жидкостей и газов с помощью полей параметров

А. Метод Эйлера

Б. Метод Лапласа

В. Метод Лагранжа

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Показатель адиабаты для воздуха равен ____

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие постулаты всегда принимаются в классической теоретической Механике Жидкости и Гаса (МЖГ)?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Описание течения жидкостей и газов с помощью полей параметров происходит в методе ____

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

В ньютоновских жидкостях и газах возникающие при деформации силы сопротивления:

1. Пропорциональны линейной и объемной деформации
2. Пропорциональны объемной деформации
3. Пропорциональны линейной деформации
4. Пропорциональны скорости линейной и объемной деформации

№ 6 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)

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Каким критериям отвечает вводимый в постулат сплошности физический бесконечно малый объем (элементарная жидкая частица):

1. Это объем, который содержит настолько много молекул, чтобы средние характеристики (плотность и другие) были устойчивы к изменению этого объема

2. Это объем, размеры которого пренебрежимо малы по сравнению с размером характерного газодинамического течения L , так что его средние характеристики (плотность и другие) не зависят от размера этого объема

3. Количество молекул в объеме должно быть не менее 1 миллиона

4. Число Кнудсена K_n много меньше единицы

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите названия сред (течений) и их описания

1. Несжимаемая жидкость

2. Сжимаемый газ

3. Несжимаемый газ

А. Среда, в которой масса вещества в единице объема может изменяться

Б. Среда, в которой давление и температура постоянны

В. Среда, в которой масса вещества в единице объема постоянна

Г. Среда, в которой давление постоянно

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В следствии чего и при каком условии тензор напряжений (Π) получился симметричным тензором?

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Температура 0 градусов по шкале Цельсия в абсолютной шкале температур Кельвина равна ____

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Особенности решения задачи на основе упрощенных уравнений для пограничного слоя в несжимаемом установившемся течении

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие постулаты позволяют использовать механику Ньютона в Механике Жидкости и Газа (МЖГ)?

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие постулаты всегда принимаются в классической теоретической Механике Жидкости и Газа (МЖГ):

1. Евклидовость пространства

2. Стационарность течения

3. Абсолютность времени

4. Сплошность среды

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

Что позволяют использовать постулаты о евклидовости пространства и абсолютности времени:

1. Общую теорию относительности

2. Механику Ньютона

3. Зависимость координат пространства от времени и скорости движения

4. Специальную теорию относительности

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

Скорость объемного расширения жидкости I описывается выражением (v - вектор скорости):

1. $I = \operatorname{div} v$
2. $I = \operatorname{grad} v$
3. $I = \operatorname{rot} v$
4. $I = dv/dt$

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что является предметом курса классической теоретической Механики Жидкости и Газа (МЖГ):

1. Раздел механики, в котором изучаются законы движения и равновесия жидкостей и газов
2. Раздел механики, в котором изучаются законы равновесия течений жидкостей и газов с обтекаемыми поверхностями тел
3. Раздел механики, в котором изучаются физические и химические процессы, протекающие в жидкостях и газах
4. Раздел механики, в котором изучаются фазовые переходы между жидкостями и газами

№ 17 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите последовательность действия для решения задачи о стационарном обтекании профиля дозвуковым потоком вязкого газа:

1. Решение задачи для обтекания профиля идеальным газом (невязким)
2. Выделение области пристеночного пограничного слоя и решение в ней задачи об обтекании вязким газом
3. Определение режима течения на основании вычисленных чисел Маха и Рейнольдса
4. Определение характерных толщин динамического и теплового пограничных слоев, уточнение возможности считать течение несжимаемым

№ 18 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Описание течения жидкостей и газов через описание движения индивидуальных жидких элементарных частиц происходит в методе _____

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

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

Каким будет число Маха потока за косым присоединенным скачком уплотнения:

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

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Приведите качественное объяснение возникновения подъемной силы у крылового профиля при нулевом угле атаки при ламинарном безотрывном обтекании потоком воздуха (крыловой профиль выгнут вверх, верхний контур профиля длиннее нижнего контура)

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Как изменяются параметры газа при течении в сопле Лавала на сверхкритическом режиме от входа к выходу при безотрывном течении (установите соответствие):

1. Массовый расход
2. Число Маха

3. Давление
 4. Температура
 5. Скорость
 6. Скорость звука
 7. Энтропия
 8. Плотность
 9. Давление торможения
- А. Постоянно
- Б. Падает
- В. Растет

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Определите последовательность шагов для частичного аналитического решения задачи об обтекании клина сверхзвуковым потоком газа истекающим из сопла Лаваля (считать истекающий поток после среза однородным):

1. Найти углы наклона скачков и далее параметры за косыми скачками уплотнения на гранях (для присоединенных скачков)
2. Найти предельный угол поворота потока на присоединенном скачке уплотнения, соответствующем числу Маха невозмущенного потока на срезе
3. Определить параметры потока на срезе сопла по параметрам торможения и геометрии сопла
4. Сравнить предельный угол поворота с углами на гранях и определить, возникают присоединенные скачки или отсоединенный
5. Найти параметры за прямым скачком (центральная часть отсоединенного скачка) в течении перед клином (для отсоединенного скачка)
6. Определить углы поворота потока на гранях клина (зависят от угла атаки клина в потоке)

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

Течение газа в сопле Лаваля является:

1. несжимаемым
2. капельным
3. сжимаемым
4. ионизованным

№ 6 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. ЖЧ движется по расширяющейся части сопла, скорость и число Маха продолжают расти, размер частицы продолжает уменьшаться, давление, плотность и температура продолжают падать
- Б. ЖЧ начинает движение к выходу из камеры сгорания, падает скорость
- В. ЖЧ достигает преграды, скорость и число Маха становятся равны нулю, давление равно давлению торможения потока за скачком

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 увеличивается, давление, плотность и температура падают

Е. 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

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

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

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

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

Л. Сгорание топлива и окислителя в камере сгорания

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

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

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 проходит горло сопла, число Маха становится больше 1, давление становится больше критического

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

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

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

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

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

В какой части сопла Лавалья поток является сверхзвуковым:

1. становится сверхзвуковым еще до входа в сопло
2. в сужающейся части
3. в расширяющейся части
4. сверхзвуковая скорость достигается только после выхода из сопла

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При выводе соотношений для течения в сопле Лавалья использованы следующие допущения:

1. Идеальный газ ($P_i = -p$)
2. Несжимаемое течение ($\rho = \text{const}$)

3. Отсутствуют теплообмен через граничную поверхность ($\overline{q} = 0$) и объемное излучение/поглощение тепла ($\varepsilon = 0$)

4. Течение установившееся ($\frac{\partial}{\partial t} = 0$)

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите примеры, в которых возникают косые присоединенные скачки уплотнения:

1. Истечение недорасширенной сверхзвуковой струи из сопла Лавалья

2. Натекание сверхзвуковой струи на острый клин под малым углом атаки

3. Обтекание сферы сверхзвуковой струей

4. Истечение перерасширенной сверхзвуковой струи из сопла Лавалья

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Трубка Пито в сверхзвуковом потоке измеряет (принимает) _____

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Число Маха за прямым скачком будет _____

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что утверждает Теорема Цемплена?

№ 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На выходе конфузора на докритическом режиме выполняется условие для давления газа _____

№ 14 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На выходе конфузора на сверхкритическом режиме число Маха равно _____

№ 15 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие условия выполняются на выходе сопла Лавалья на докритическом режиме для давления газа и числа Маха?

№ 16 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При каких условиях в аэродинамике можно считать газ несжимаемым?

№ 17 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите словами определение числа Маха

№ 18 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите степень нерасчетности ($n = p_a / p_n$) с названием режима течения:

1. $n > 1$

2. $n < 1$

3. $n = 1$

А. Недорасширенный режим

Б. Расчетный режим

В. Перерасширенный режим

Г. Истечение в вакуум

№ 19 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

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

1. Дозвуковой набегающий поток

2. Клин имеет переднюю острую кромку

3. Углы между направлением набегающего потока и гранями клина были меньше предельного угла поворота потока, зависящего от числа Маха набегающего потока и показателя адиабаты газа

4. Угол атаки клина равен 90 градусам