**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 31.01.2022

С. Д. Ваулин

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.27 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей
**для специальности** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
**уровень** Специалитет
**форма обучения** очная
**кафедра-разработчик** Двигатели летательных аппаратов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 979

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 31.01.2022

С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Кириллов В. В.
Пользователь: kirillovvv
Дата подписания: 31.01.2022

В. В. Кириллов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель специальности
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 31.01.2022

С. Д. Ваулин

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков при проведении гидрогазодинамических расчетов элементов конструкции и агрегатов авиационных и ракетных двигателей. Задачи дисциплины: - освоение категориально-понятийного аппарата дисциплины; - изучение закономерностей движения жидкостей и газов в элементах конструкции двигателей летательных аппаратов; - изучение методов гидрогазодинамических расчетов авиационных и ракетных двигателей.

## Краткое содержание дисциплины

Гидродинамика магистралей двигательных установок Газодинамика входных устройств реактивных двигательных установок Газодинамика выходных устройств двигательных установок

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности | Знает: закономерности движения скоростных газовых и нестационарных жидкостных сред в системах авиационных и ракетных двигателей<br>Умеет: рассчитывать потери при движении газовых и жидкостных сред в различных элементах конструкции авиационного и ракетного двигателя; составлять алгоритмы решения газодинамических задач; выбирать расчетные модели и схемы для решения задач гидрогазодинамики двигателей летательных аппаратов<br>Имеет практический опыт: владения методами расчета и профилирования проточной части входных и выходных устройств двигателей летательных аппаратов; типовыми методами и алгоритмами газодинамических расчетов; методами расчета параметров газовых и жидкостных потоков в авиационных и ракетных двигателях; методами расчета характеристик гидравлических магистралей системы подачи топлива в авиационных и ракетных двигателях |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| 1.О.10.02 Математический анализ,<br>1.О.11 Физика,<br>1.О.15 Теоретическая механика | 1.О.39 Проектирование тепломассообменных аппаратов |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| 1.О.15 Теоретическая механика | Знает: постановки классических задач теоретической механики; основные понятия и аксиомы законы, принципы теоретической механики фундаментальные понятия кинематики и кинетики, основные законы равновесия и движения материальных объектов Умеет: оценивать корректность поставленной задачи; применять основные законы теоретической механики Имеет практический опыт: владения методами математического моделирования статического, кинематического и динамического состояния механических систем |
| 1.О.11 Физика | Знает: законы окружающего мира и их взаимосвязи; основы естественнонаучной картины мира; основные физические теории и пределы их применимости для описания явлений природы и решения современных и перспективных профессиональных задач; историю и логику развития физики и основных ее открытий Умеет: применять положения фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми придется сталкиваться при создании, развитии или использовании новой техники и новых технологий Имеет практический опыт: владения методами решения физических задач, теоретического и экспериментального исследования |
| 1.О.10.02 Математический анализ | Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа. Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ. Имеет практический опыт: владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений. |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|---|---|---|---|
| | | Номер семестра | |
| | | 5 | 6 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 216 | 108 | 108 |
| *Аудиторные занятия:* | 96 | 48 | 48 |
| Лекции (Л) | 48 | 24 | 24 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48 | 24 | 24 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 105,25 | 53,75 | 51,5 |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| Подготовка к экзамену | 11,5 | 0 | 11.5 |
| Подготовка к зачёту | 13,75 | 13.75 | 0 |
| Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы | 80 | 40 | 40 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 14,75 | 6,25 | 8,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Гидродинамика | 48 | 24 | 24 | 0 |
| 2 | Газовая динамика | 48 | 24 | 24 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | История. Основные физические свойства жидкостей. Равновесное состояние жидкости и действующие силы | 2 |
| 2 | 1 | Гидростатическое давление в точке. Основная теорема гидростатики. Общие дифференциальные уравнения равновесия жидкости. | 2 |
| 3 | 1 | Кинематика жидкости. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения. Упрощенные модели. | 2 |
| 4 | 1 | Дифференциальное уравнение переноса. Дифференциальное уравнение неразрывности. Движение жидкой частицы. Теорема Коши – Гельмгольца. | 2 |
| 5 | 1 | Деформация жидкой частицы. Вихревой движение жидкости. Безвихревое движение жидкости. | 2 |
| 6 | 1 | Уравнения движения жидкости. Общий случай напряжённого состояния деформируемого тела. | 2 |
| 7 | 1 | Связь напряжений со скоростями деформаций. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости. | 2 |
| 8 | 1 | Подобие гидромеханических процессов. | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | 1 | Режимы течения жидкости. Пульсационное и осреднённое движение. Дополнительные турбулентные напряжения. Полуэмпирическая теория пути перемешивания. | 2 |
| 10 | 1 | Ламинарное течение несжимаемой жидкости в трубе. Турбулентный пограничный слой в круглой трубе. | 2 |
| 11 | 1 | Одномерная модель реальных потоков. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления. Гидравлический расчёт трубопроводов. | 2 |
| 12 | 1 | Гидроудар в магистралях двигателей | 2 |
| 13 | 2 | Основные понятия газовой динамики. Дифференциальное уравнение энергии. | 2 |
| 14 | 2 | Основные уравнения газовой динамики. Скорость распространения малых возмущений давления | 2 |
| 15 | 2 | Уравнения газовой динамики для единичной струйки. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Энтальпия и температура торможения. Критический режим. Приведённая скорость. | 2 |
| 16 | 2 | Уравнение Бернулли для сжимаемой среды (механическая форма уравнения энергии). | 2 |
| 17 | 2 | Уравнение количества движения для элементарной струйки. | 2 |
| 18 | 2 | Условия обращения воздействия. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Адиабатическое течение газа с трением. | 2 |
| 19 | 2 | Распространение слабых (звуковых) волн давления в газовых потоках. Характеристики. Скачки уплотнения. Прямой скачок уплотнения. Косые скачки уплотнения. | 2 |
| 20 | 2 | Геометрическое воздействие на газовый поток. Течение Прандтля-Майера | 2 |
| 21 | 2 | Истечение газа через сужающееся сопло. Режимы течения газа в сопле Лаваля | 2 |
| 22 | 2 | Режимы работы сопла Лаваля. Режимы истечения из сопла Лаваля и тяга реактивного двигателя | 2 |
| 23 | 2 | Основы теории пограничного слоя. Интегральные характеристики пограничного слоя. Режимы течения в пограничном слое. | 2 |
| 24 | 2 | Интегральный метод решения задач о пограничном слое. Уравнение Кармана Реальное течение в сужающихся соплах и соплах Лаваля. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Гидростатика | 2 |
| 2 | 1 | Гидростатическое давление | 2 |
| 3 | 1 | Параметры течения жидкости в каналах | 2 |
| 4 | 1 | Расчёт расходов и скоростей в магистралях | 2 |
| 5 | 1 | Истечение жидкости из резервуаров | 2 |
| 6 | 1 | Расчет простого трубопровода | 2 |
| 7 | 1 | Расчёт трубопровода переменного сечения | 2 |
| 8 | 1 | Определение расхода жидкости в простом трубопроводе при заданном перепаде давления | 2 |
| 9 | 1 | Расчёт расхода жидкости в сложном трубопроводе при заданном перепаде давления | 2 |
| 10 | 1 | Расчёт параллельного соединения трудопроводов | 2 |
| 11 | 1 | Расчёт параметров торможения | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | 1 | Расчёт полной энергии и температуры торможения элементарной струйки | 2 |
| 13 | 2 | Определение температуры торможения на выходе из сопла ТРД | 2 |
| 14 | 2 | Расчёт течения газа в трубе с трением | 2 |
| 15 | 2 | Расчёт скорости полёта сверхзвукового самолёта | 2 |
| 16 | 2 | Расчёт прямого скачка уплотнения | 2 |
| 17 | 2 | Расчёт прямого скачка уплотнения | 2 |
| 18 | 2 | Расчёт косого скачка уплотнения | 2 |
| 19 | 2 | Расчёт косого скачка уплотнения | 2 |
| 20 | 2 | Расчёт косого скачка уплотнения | 2 |
| 21 | 2 | Расчёт истечения из сужающегося сопла | 2 |
| 22 | 2 | Расчёт режима работы сопла Лаваля | 2 |
| 23 | 2 | Расчёт течения Прандтля-Майера | 2 |
| 24 | 2 | Построение профиля сопла Лаваля | 2 |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|---|---|---|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | Основные понятия газовой динамики. Основные уравнения газовой динамики. Скорость распространения малых возмущений давления. Уравнения газовой динамики для единичной струйки. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Уравнение Бернулли для сжимаемой среды (механическая форма уравнения энергии). Уравнение количества движения для элементарной струйки. Условия обращения воздействия. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Распространение слабых (звуковых) волн давления в газовых потоках. Характеристики. Скачки уплотнения. Прямой скачок уплотнения. Косые скачки уплотнения. Геометрическое воздействие на газовый поток. Течение Прандтля-Майера | 6 | 11,5 |
| Подготовка к зачёту | Основная теорема гидростатики. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения. Движение жидкой частицы. Теорема Коши – Гельмгольца. Деформация жидкой частицы. Вихревое движение жидкости. Уравнения движения жидкости. Связь напряжений со скоростями деформаций. Уравнение Бернулли для струйки вязкой | 5 | 13,75 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | несжимаемой жидкости. Подобие гидромеханических процессов. Режимы течения жидкости. Полуэмпирическая теория пути перемешивания. Ламинарное течение несжимаемой жидкости в трубе. Турбулентный пограничный слой в круглой трубе. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления. Гидравлический расчёт трубопроводов. Гидроудар. | | |
| Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы | Основная теорема гидростатики. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения. Движение жидкой частицы. Теорема Коши – Гельмгольца. Деформация жидкой частицы. Вихревое движение жидкости. Уравнения движения жидкости. Связь напряжений со скоростями деформаций. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости. Подобие гидромеханических процессов. Режимы течения жидкости. Полуэмпирическая теория пути перемешивания. Ламинарное течение несжимаемой жидкости в трубе. Турбулентный пограничный слой в круглой трубе. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления. Гидравлический расчёт трубопроводов. Гидроудар. | 5 | 40 |
| Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы | Основные понятия газовой динамики. Основные уравнения газовой динамики. Скорость распространения малых возмущений давления. Уравнения газовой динамики для единичной струйки. Предельная скорость движения газа. Число Маха. Уравнение Бернулли для сжимаемой среды (механическая форма уравнения энергии). Уравнение количества движения для элементарной струйки. Условия обращения воздействия. Расчёт газовых течений с помощью газодинамических функций. Распространение слабых (звуковых) волн давления в газовых потоках. Характеристики. Скачки уплотнения. Прямой скачок уплотнения. Косые скачки уплотнения. Геометрическое воздействие на газовый поток. Течение Прандтля-Майера | 6 | 40 |

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | Текущий контроль | решение задач по гидравлике | 1 | 5 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 5. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | зачет |
| 2 | 5 | Текущий контроль | решение задач по гидродинамике | 1 | 8 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 8. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | зачет |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Вопросы по гидродинамике, часть 1 | 1 | 8 | Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы. | |
| 4 | 5 | Текущий контроль | вопросы по гидродинамике, часть 2 | 1 | 6 | Студент письменно отвечает на 3 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы. | зачет |
| 5 | 6 | Текущий контроль | решение задач по газовой динамике, часть 1 | 1 | 6 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 6. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | экзамен |
| 6 | 6 | Текущий контроль | решение задач по газовой динамике, часть 2 | 1 | 6 | Студент решает задачи согласно списка и номера варианта. Всего задач 6. За решение каждой задачи: ход решения верный, получен верный ответ - 1 балл, нет решения, не приведены какие-либо | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | формулы, необходимые для решения задачи, получен неверный ответ - 0 баллов. | |
| 7 | 5 | Проме-жуточная аттестация | вопросы по гидродинамике | - | 8 | Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы. | зачет |
| 8 | 6 | Проме-жуточная аттестация | вопросы по газовой динамике | - | 8 | Студент письменно отвечает на 4 вопроса из приведенного списка. За каждый ответ: 2 балла - ответ построен логически верно; обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; установлены содержательные межпредметные связи; выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры; обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций; сделаны содержательные выводы; продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы; 1 балл - ответ недостаточно | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | логически выстроен; в плане ответа соблюдается непоследовательно; недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются; продемонстрировано знание обязательной литературы; 0 баллов - нет ответа или не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера; ответ содержит ряд серьезных неточностей; выводы поверхностны или неверны; не продемонстрировано знание обязательной литературы. | |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| зачет | КТ: письменные ответы на вопросы по изученной ранее теме. Оценивается ответы на вопросы. Время подготовки ответа на все вопросы КТ 40 минут. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| экзамен | К экзамену допускается студент, прошедший текущий контроль. Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки 1 час | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Оценочные материалы

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ОПК-1 | Знает: закономерности движения скоростных газовых и нестационарных жидкостных сред в системах авиационных и ракетных двигателей | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1 | Умеет: рассчитывать потери при движении газовых и жидкостных сред в различных элементах конструкции авиационного и ракетного двигателя; составлять алгоритмы решения газодинамических задач; выбирать расчетные модели и схемы для решения задач гидрогазодинамики двигателей летательных аппаратов | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ОПК-1 | Имеет практический опыт: владения методами расчета и профилирования проточной части входных и выходных устройств двигателей летательных аппаратов; типовыми методами и алгоритмами газодинамических расчетов; методами расчета параметров газовых и жидкостных потоков в авиационных и ракетных двигателях; методами расчета характеристик гидравлических магистралей системы подачи топлива в авиационных и ракетных двигателях | + | + | + | + | + | + | + | + |

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

1. Дейч, М. Е. Гидрогазодинамика Учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов М. Е. Дейч, А. М. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. ил.
2. Дейч, М. Е. Техническая газодинамика М. Е. Дейч. - 2-е изд., перераб. - М.; Л.: Госэнергоиздат, 1961. - 671 с. ил.; 2 л. диагр.

*б) дополнительная литература:*

1. Палатинская, И. П. Гидрогазодинамика Учеб. пособие к практ. занятиям Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Безопасность жизнедеятельности; Под ред. А. П. Смолина; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 41,[1] с. ил. электрон. версия
2. Котомин, Б. П. Прикладная механика жидкости и газа Текст курс лекций Б. П. Котомин, Е. П. Черногоров, А. Е. Черногорова ; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Теорет. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 92, [1] с. ил.
3. Прикладная механика жидкости и газа Текст задачи и упражнения А. Т. Зеленков, Б. П. Котомин, Е. П. Черногоров и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теорет. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1997. - 89, [2] с. ил.
4. Грабовский, А. М. Гидромеханика и газовая динамика Сб. задач: Учеб. пособие для теплоэнергет. специальностей вузов А. М. Грабовский, К. Ф. Иванов, Г. М. Дунчевский. - Киев: Вища школа, 1987. - 62,[2] с. ил.
5. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа Учеб. пособие для вузов по спец."Механика". - 5-е изд., перераб. - М.: Наука, 1978. - 736 с. ил.
6. Шишков, А. А. Рабочие процессы в ракетных двигателях твердого топлива Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. - 239 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Нет

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Матюнин, В. П. Механика жидкости и газа. Введение в гидрогазодинамику : учебное пособие / В. П. Матюнин. — Пермь : ПНИПУ, 2005. — 80 с. — ISBN 5-88151-516-1. https://e.lanbook.com/book/160907 |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система | Карпов, К. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие / К. А. Карпов, Р. О. Олехнович. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-8114- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | издательства Лань | 3180-9. https://e.lanbook.com/book/169228 |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Строгалев, В. П. Основы прикладной газовой динамики : учебное пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева, Н. В. Быков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 172 с. — ISBN 978-5-7038-3980-5. https://e.lanbook.com/book/62058 |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---|---|---|
| Практические занятия и семинары | 306 (2) | компьютерная техника |
| Лекции | 306 (2) | компьютерная техника |