

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль |
|------------|-------------------|
| 1156551 | Гидрогазодинамика |

Екатеринбург

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|--|---|
| Образовательная программа 1. Энергетическое машиностроение | Код ОП 1. 13.03.03/33.03 |
| Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение | Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.03 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|
| 1 | Павлюк Елена Юрьевна | кандидат технических наук, доцент | доцент | Теплоэнергетики и теплотехники |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Гидрогазодинамика

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Гидрогазодинамика» включен в учебный план образовательной программы, реализуемой по самостоятельно установленному образовательному стандарту (СУОС) УРФУ, и состоит из дисциплины «Механика жидкости и газов», направленной на формирование знаний свойств и законов равновесия жидкостей, особенностей течения и взаимодействия жидкости и газа, методов экспериментального исследования течений жидкости и газа

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1 | Механика жидкости и газа | 9 |
| ИТОГО по модулю: | | 9 |

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Пререквизиты модуля | Не предусмотрены |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | Не предусмотрены |

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) |
|---------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Механика жидкости и газа | ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку | 3-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности 3-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных |

| | | |
|--|--|---|
| | экспериментов, интерпретацию полученных результатов | <p>инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> |
| | ПК-12 - Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах | <p>З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и тепломассообмена и случаев их применения</p> <p>У-2 - Объяснить принцип построения и расчета термодинамического цикла на диаграмме состояния вещества</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p> <p>П-2 - Определить параметры рабочего тела в заданной точке цикла по диаграммам или таблицам состояния</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | П-4 - Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач |
|--|--|--|

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Механика жидкости и газа

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------|--|------------------|-----------------------------------|
| 1 | Павлюк Елена Юрьевна | кандидат технических наук, доцент | доцент | Теплоэнергетики и теплотехники |

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------|--------------------------|--|
| 1 | Введение | Свойства жидкостей. Задачи курса. Предмет и методы механики жидкости и газа (МЖГ). Понятие «жидкость» в МЖГ, капельная жидкость и газ. Сплошная среда - модель жидкости в МЖГ. Плотность и сжимаемость жидкости. Силы, действующие в жидкости. Массовые силы, их примеры. Поверхностные силы, примеры поверхностных сил. Формула Коши для напряжений. Тензор напряжений. Касательные и нормальные напряжения. Жидкость без касательных напряжений: покоящаяся и идеальная. Давление в жидкости без касательных напряжений. Силы трения в жидкости. Закон Ньютона для силы трения. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости, их зависимость от температуры и давления. Кавитация в капельной жидкости. Уравнение движения жидкости в напряжениях. |
| 2 | Гидростатика | Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Абсолютное и относительное равновесие в жидкости. Абсолютное равновесие несжимаемой жидкости под воздействием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное, избыточное давление и вакуум. Единицы измерения давления. Величина и точка приложения равнодействующей сил давления жидкости на плоскую стенку. Расчет проекций главного вектора сил давления на криволинейную поверхность. Закон Архимеда. |
| 3 | Кинематика жидкости | Задание движения жидкости в методах Лагранжа и Эйлера. Линия тока и траектория движения жидкой частицы. |

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| | | Поверхность и трубка тока. Ускорение жидкой частицы. Расход жидкости. Живое сечение тока. Уравнение неразрывности. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций, физический смысл его компонентов. Вихревое и потенциальное течение жидкости. |
| 4 | Уравнения движения жидкости | Уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости. Граничные условия для него. Обобщенный закон Ньютона, связь между тензорами напряжений и скоростью деформаций. Уравнение Навье-Стокса. Граничные условия для уравнения движения вязкой жидкости. Интегральная теорема о количестве движения. Понятие о ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Критическое значение числа Рейнольдса. Пульсация во времени, скорости и другие параметры в турбулентном потоке жидкости. Осреднение во времени параметров турбулентного потока жидкости. Интенсивность турбулентности. |
| 5 | Уравнение Бернулли | Интеграл Бернулли для сжимаемой идеальной жидкости. Одномерные потоки, границы применимости одномерного анализа. Уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для вязкой несжимаемой жидкости. Диаграмма Бернулли. Виды потерь механической энергии в потоке жидкости. Формулы для расчета потерь механической энергии по длине и на местных сопротивлениях. Примеры применения уравнения Бернулли. |
| 6 | Расчет трубопроводов | Установившееся ламинарное движение жидкости в цилиндрической трубе, коэффициент сопротивления, профиль скорости. Турбулентное движение жидкости в цилиндрической трубе. Формулы для коэффициента сопротивления трения в гладких и шероховатых трубах. Зоны сопротивления. Виды местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от Re . Истечение жидкости из отверстий и насадков различного вида. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода, их зависимость от Re . Классификация трубопроводов. Примеры газовых и гидравлических сетей в турбинной установке. Основные типы задач на расчет простого трубопровода. Сопротивление и удельное сопротивление трубопровода. Особенности записи потерь механической энергии для расчета трубопровода при ламинарном режиме движения. Характеристика трубопровода. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением труб. Разветвленный трубопровод. Расчет сложных гидравлических сетей. |
| 7 | Основные понятия газовой динамики | Понятие сплошной среды. Критерий сплошности. Два метода задания движения сплошной среды. Поле скорости. Линия и трубка тока, траектория и струя. Две модели жидкой среды: идеальная и вязкая. |
| 8 | Плоское движение идеальной жидкости | Простейшие потенциальные потоки. Сложение потенциальных течений. Интегральная теорема Жуковского о подъемной силе одиночного профиля. Постулат Жуковского - Чаплыгина. Теорема Жуковского о силах, приложенных к профилю решетки. Характеристики в сверхзвуковом потоке. |

| | | |
|---|---|--|
| | | <p>Характеристики в плоскости годографа скорости. Диаграмма характеристик. Образование и расчет скачков уплотнения. Ударная поляра и диаграмма ударных поляр. Отражение и пересечение скачков. Обтекание тел сверхзвуковым потоком.</p> |
| 9 | Движение вязкой жидкости и пограничный слой | <p>Уравнения, описывающие движение вязкой жидкости.</p> <p>Ламинарное и турбулентное течение. Критерии Рейнольдса. Понятие турбулентности. Точные решения уравнений Навье – Стокса: сложное течение жидкости в трубе, движение шара в жидкости. Законы сопротивления. Анализ Прандтля и гипотеза о пограничном слое. Дифференциальные уравнения пограничного слоя. Интегральные соотношения пограничного слоя. Расчет ламинарного пограничного слоя. Условные толщины пограничного слоя. Уравнение Т. фон Кармана. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Универсальные профили скорости в турбулентном пограничном слое. Расчет турбулентного пограничного слоя. Влияние продольного градиента давления на отрыв пограничного слоя. Сопротивление тел, обтекаемых вязкой жидкостью. «Хорошо» и «Плохо» обтекаемые тела. Коэффициенты сопротивления тел (шар, цилиндр, тело произвольной формы). Схемы струй и следов. Классификация струй. Универсальный профиль скорости в следах и струях. Струи в потоке жидкости. Ламинарные и турбулентные струи. Смешение спутных и поперечных струй. Истечение затопленных струй. Распространение пристенных струй. Основы гидродинамической теории смазки.</p> |

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения |
|---|--|---|--|--|
| Профессиональное воспитание | <p>дистанционное образование</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p> <p>общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель»,</p> | <p>Технология повышения коммуникативной компетентности</p> <p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной</p> | ПК-12 - Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах | <p>З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и теплообмена и случаев их применения</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов</p> |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов» | <p>работы</p> <p>Технология развития позитивности в системе отношений студентов в вузовской среде</p> <p>Тренинг диагностического мышления</p> <p>Технология анализа образовательных задач</p> | | |
|--|---|--|--|--|

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости и газа

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов) : учебное пособие.; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438366> (Электронное издание)
2. Жуков, Н. П.; Гидрогазодинамика : учебное пособие. 1. Гидравлика; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гиргидов, А. Д.; Техническая механика жидкости и газа; Издательство СПбГТУ, Санкт-Петербург; 2001 (7 экз.)
2. , Куколевский, И. И., Подвидз, Л. Г.; Сборник задач по машиностроительной гидравлике : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов в обл. техники и технологии.; Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва; 2002 (87 экз.)
3. Дейч, М. Е., Зарянкин, А. Е.; Гидрогазодинамика : учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (18 экз.)
4. Кудинов, А. А.; Гидрогазодинамика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика".; ИНФРА-М, Москва; 2012 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Полнотекстовая база данных нормативно-технической, нормативно-правовой документации "Техэксперт (Кодекс)". – Режим доступа: Из корпоративной сети УрФУ: URL: <http://10.74.227.116/>; <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости и газа

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------|----------------------|--|--|
| 1 | Лекции | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | <p>процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | |
| 3 | Лабораторные занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Специализированная лаборатория, оборудованная лабораторными стендами для освоения материала</p> | <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> |
| 4 | Консультации | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> |
| 5 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> | <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p> |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--|
| | | Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет | |
| 6 | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox |