

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
1156544	«Гидрогазодинамика»

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Газовые, паровые турбины и двигатели внутреннего сгорания	Код ОП 1. 13.03.03/33.01
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	Калинин Илья Александрович	без ученой степени, без ученого звания	Преподаватель	турбин и двигателей
2	Пастухова Лилия Германовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Заведующий кафедрой	гидравлики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «Гидрогазодинамика»

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплины «Гидравлика», «Газодинамика». В дисциплинах модуля «Гидрогазодинамика» рассматриваются модели жидкости, ее свойства и законы равновесия, особенности течения и взаимодействия жидкости и газа с твердыми поверхностями в турбомашинах, методы 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	Гидравлика	3
2	Газодинамика	6
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Научно-фундаментальные основы профессиональной деятельности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. «Газотурбинные и паротурбинные установки»

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
Газодинамика	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя	З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ,

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</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-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>ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики</p> <p>У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические задачи применительно к различным элементам энергоустановок</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p>
	<p>ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики</p> <p>У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические задачи применительно к различным элементам энергоустановок</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p>
Гидравлика	<p>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время</p>

		обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа
ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</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-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>	
ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках	<p>З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики</p> <p>У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические задачи применительно к различным элементам энергоустановок</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p>	
ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические	<p>З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики</p> <p>У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические</p>	

	<p>расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p>	<p>задачи применительно к различным элементам энергоустановок</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки теплотехнических, термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы и прикладной вычислительной газовой динамики</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Гидравлика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давыдов Вадим Борисович	канд. физ.-мат. наук,	доцент	Гидравлики
2	Пастухова Лилия Германовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Заведующий кафедрой	гидравлики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- 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
Раздел 1	Введение	Вводная часть
P1	P1 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.
P2	P2 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.

P3	P3 Кинематика жидкости	<p>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.</p>
P4	P4 Уравнения движения жидкости	<p>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.</p>
P5	P5 Уравнение Бернулли	<p>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.</p> <p>Виды потерь механической энергии в потоке жидкости. Формулы для расчета потерь механической энергии по длине и на местных сопротивлениях. Примеры применения уравнения Бернулли.</p>
P6	P6 Расчет трубопроводов	<p>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.</p> <p>Зоны сопротивления.</p> <p>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.</p>

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках	З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики
			ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания	У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические задачи применительно к различным элементам энергоустановок

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидравлика

Электронные ресурсы (издания)

1. Крохалёв, А. А.; Гидравлика : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2006; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141304> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Зарянкин, А. Е.; Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Энергетическое машиностроение" и "Теплоэнергетика и теплотехника".; Издательский дом МЭИ, Москва; 2014 (10 экз.)

2. Дейч, М. Е., Зарянкин, А. Е.; Гидрогазодинамика : учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (18 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Лаптева Н.Е., Пастухова Л.Г. ЛАМИНАРНЫЙ И ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Гидравлика», «Механика жидкости и газа» для студентов всех форм обучения машиностроительных специальностей.

<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/10722>

Лаптева Н.Е. РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Гидравлика», «Механика жидкости и газа» для студентов всех форм обучения машиностроительных специальностей.

<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/225>

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

<http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидравлика

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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	Не используется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome, Mozilla Firefox

		Подключение к сети Интернет	
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</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>	Не используется
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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Газодинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Калинин Илья Александрович	без ученой степени, без ученого звания	Преподавате ль	турбин и двигателей

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Калинин Илья Александрович, Преподаватель, турбин и двигателей

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
P1	P1 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.
P2	P2 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. 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.
P3	P3 Движение вязкой жидкости и пограничный слой	Уравнения, описывающие движение вязкой жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. Критерии Рейнольдса. Понятие турбулентности. Точные решения уравнений Навье – Стокса: сложное течение жидкости в трубе, движение шара в жидкости. Законы сопротивления.

		<p>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.</p> <p>Сопротивление тел, обтекаемых вязкой жидкостью. «Хорошо» и «Плохо» обтекаемые тела. Коэффициенты сопротивления тел (шар, цилиндр, тело произвольной формы).</p> <p>Схемы струй и следов. Классификация струй. Универсальный профиль скорости в следах и струях. Струи в потоке жидкости. Ламинарные и турбулентные струи. Смещение спутных и поперечных струй. Истечение затопленных струй. Распространение пристенных струй.</p> <p>Основы гидродинамической теории смазки</p>
<p>P4</p>	<p>P4 Аэродинамика элементов турбомашин</p>	<p>Решетки турбомашин: прямолинейные и круговые. Геометрические характеристики турбинных и компрессорных решеток. Основные задачи теории решеток лопаточных профилей. Прямая и обратная задача. Методы решения задач теории решеток на ЭВМ. Потенциальное обтекание лопаточного профиля потоком газа. Распределение скоростей и давлений по обводу профиля и в канале решетки. Пограничный слой на лопаточном профиле, влияние шероховатости и геометрических параметров решетки. Вторичные течения в решетке. Турбулизация потока при прохождении проточных частей турбин и компрессоров. Влияние турбулизации потока на характер течения рабочих тел через решетки профилей турбин компрессоров. Особенности пространственного течения потока рабочего тела в ступени турбомашин. Радиальное равновесие потока в межвенцовом зазоре. Понятие закрутки ступеней. Лабиринтные уплотнения. Относительный расход через щель. Коэффициенты расхода для гребней различной формы. Расчет прямоточного лабиринтового уплотнения.</p> <p>Течение подогреваемого газа. Аэродинамика горения.</p> <p>Аэродинамика выходных, переходных патрубков и выхлопных диффузоров.</p>
<p>P5</p>	<p>P5 Экспериментальные методы в гидроаэромеханике турбомашин</p>	<p>Моделирование процессов и течений жидкости и газа. Метод аналогий. Физические основы измерений параметров течения: скорости, температурных, давления, расхода. Измерение мгновенных и осредненных значений параметров. Датчики, первичные и вторичные приборы. Оптические методы исследования: теневые и интерферометрические. Применение когерентного излучения. Стенды и модели для исследования</p>

		проточных частей турбомашин. Проблемы дальнейшего совершенствования турбомашин методами механики жидкости и газа.
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках	З-1 - Сформулировать основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики
			ПК-13 - Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания	У-1 - Решать отдельные теплогидравлические и газодинамические задачи применительно к различным элементам энергоустановок

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Газодинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. Кураев, А. А.; Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие. 2. Газодинамика; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574785> (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. Самойлович, Г. С.; Газодинамика : Учеб. по спец. "Турбостроение".; Машиностроение, Москва; 1990 (47 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru/>

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

Газодинамика

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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome, Mozilla Firefox

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не используется

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>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не используется
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>