

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  
Проректор по учебной работе

С.Т. Князев  
2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

Модуль	Код модуля
Гидрогазодинамика	1153821

Екатеринбург, 2019

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> Энергетическое машиностроение	<b>Код ОП</b> 13.03.03/33.03
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	
<b>Направление подготовки</b> Энергетическое машиностроение	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 13.03.03
<b>Уровень подготовки</b> высшее образование – бакалавриат	

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра
1	Целищев Максим Федорович	К.т.н., доцент	Доцент, руководитель модуля	Турбины и двигатели
2	Пастухова Лилия Германовна	К.т.н., доцент	Доцент	Гидравлики

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 94 от 15.03.2019г.

**Согласовано:**

Дирекция 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 дисциплин «Газодинамика. Часть 1» и «Гидравлика», направленных на формирование знаний свойств и законов равновесия жидкостей, особенности 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	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Газодинамика. Часть 1	3/108	экзамен
2.	Гидравлика	3/108	зачет
ИТОГО по модулю:		6/216	Не предусмотрено

## 1.3 Последовательность освоения дисциплин в модуле

Пререквизиты и постреквизиты в модуле	-
Кореквизиты	-

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения по модулю

РО-2: Способность демонстрировать и применять базовые математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и правовые знания в междисциплинарном контексте для решения инженерных задач в профессиональной области

Таблица 2.

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения
Газодинамика. Часть 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа;</li> <li>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;</li> <li>ПК-12 – Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные законы и понятия в области течения и взаимодействия жидкости и газа.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>решать задачи применительно к различным элементам энергоустановок,</li> <li>анализировать физические процессы и принимать обоснованные решения в эксплуатации, обеспечивающие надежную и экономичную работу.</li> </ul> <p>Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы.</li> </ul>
Гидравлика		<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные законы и понятия гидродинамики и гидростатики.</li> </ul>

		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>решать отдельные теплогидравлические задачи в своей области деятельности</li> </ul> <p>Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками термодинамических и гидравлических расчетов с применением справочной литературы.</li> </ul>
--	--	---

### 1.5. Форма обучения

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

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

### 2.1. ДИСЦИПЛИНА *Газодинамика. Часть 1*

#### 2.1.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Свойства жидкостей. Задачи курса. Понятие «жидкость», капельная жидкость и газ. Сплошная среда - модель жидкости. 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	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	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.
P4	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.

P5	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.
----	--------------------	--

### 2.1.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Газодинамика. Часть 1

1. Гиргидов А.Д. Техническая механика жидкости и газа: Учебник для вузов. СПб: Изд-во СПбГПУ. 1999. — 545 с. Режим доступа:

<http://bookre.org/reader?file=1507607&pg>

1. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов в обл. техники и технологии / Д.А. Бутаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз и др.; Под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. - 5-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 448 с., ил. (47 экз.)

2. Самойлович Г.С. Газодинамика: Учеб. по спец. «Турбостроение». - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 382 с.: ил. (16 экз.). Режим доступа:

<http://bookre.org/reader?file=486025&pg>

3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. - М.: Наука, 1969. 742 с. Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=450029&pg>

### Программное обеспечение

«не используются»

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

### Электронные образовательные ресурсы

1. 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.

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

2. 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.

<http://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.

### 2.1.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Газодинамика. Часть 1*

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекционные занятия	<b>Учебная аудитория на 50 рабочих мест для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</b> Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG	Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ

## 2.2.ДИСЦИПЛИНА *Гидравлика*

### 2.2.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	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 <math>Re</math>. Истечение жидкости из отверстий и насадков различного вида. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода, их зависимость от <math>Re</math>. 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>
Р2	Плоское движение идеальной жидкости	<p>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.</p> <p>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.</p>
Р3	Движение вязкой жидкости и пограничный слой	<p>Уравнения, описывающие движение вязкой жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. Критерии Рейнольдса. Понятие турбулентности.</p> <p>Точные решения уравнений Навье – Стокса: сложное течение жидкости в трубе, движение шара в жидкости. Законы сопротивления.</p> <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). 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>

### 2.2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Гидравлика

1. Гиргидов А.Д. Техническая механика жидкости и газа: Учебник для вузов. СПб: Изд-во СПбГПУ. 1999. — 545 с. Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=1507607&pg>
4. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов в обл. техники и технологии / Д.А. Бутаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз и др.; Под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. - 5-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 448 с., ил.
5. Самойлович Г.С. Гидрогазодинамика: Учеб. по спец. «Турбостроение». - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 382 с.: ил. Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=486025&pg>
6. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. - М.: Наука, 1969 . 742 с. Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=450029&pg>

#### Программное обеспечение

«не используются»

#### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

#### Электронные образовательные ресурсы

3. 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.

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

4. 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.

<http://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.

### 2.2.3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Гидравлика

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекционные и практические занятия	Учебная аудитория на 50 рабочих мест для проведения занятий, групповых и	Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с;



		<p><b>индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</b></p> <p>Учебная мебель на 50 рабочих мест.          Рабочее место преподавателя (стол, стул)          Доска учебная меловая.          Epson EB-X9LCD 2500lm          Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280          Компьютер i5-3470          Кондиционер LG</p>	<p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;          MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с.          Mozilla Firefox – свободное ПО;          7-Zip – свободное ПО;          Adobe Reader XI – свободное ПО;          Nitro Pro 8;          StarBoard Software 9.4;          Microsoft Project профессиональный;          LiteManager Pro – Server: ДИТ</p>
2	Лабораторные занятия	<p>Специализированная лаборатория, оборудованная лабораторными стендами для освоения материала</p>	<p>Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с;          Браузер Google Chrome – свободное ПО;          MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с.          Mozilla Firefox – свободное ПО;          7-Zip – свободное ПО;          Adobe Reader XI – свободное ПО;          Nitro Pro 8;          StarBoard Software 9.4;          Microsoft Project профессиональный;          LiteManager Pro – Server: ДИТ</p>