

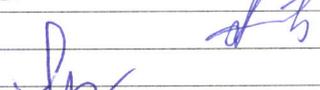
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор обеспечивающей  
 Школы ИИЭ  
 Матвеев А.С.  
 «26» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Гидрогазодинамика</b>		
Направление подготовки Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>	
	<b>Инженерия теплоэнергетики и теплотехники</b>	
	Тепловые электрические станции	
	высшее образование - бакалавриат	
Курс	3 семестр 5	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32
	Практические занятия	32
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	88
	Самостоятельная работа, ч	128
	ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации	<b>Экзамен, Диф. зачёт</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ И.Н. Бутакова</b>
------------------------------	------------------------------------	------------------------------	------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.С. Заворин
		А.М. Антонова
		Г.Г. Медведев

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач	И.ПК(У)-1.1	Применяет основные законы термодинамики, теплообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах	ПК(У)-1.1В1	Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
				ПК(У)-1.1У1	Умеет выявлять сущность термодинамических, теплообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы
				ПК(У)-1.1З1	Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, теплообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание
		И.ПК(У)-1.2	Применяет знания свойств рабочих тел и теплоносителей для расчета процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом использования знаний свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.2У1	Умеет использовать знания свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.2З1	Знает свойства рабочих тел и теплоносителей

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 междисциплинарного профессионального модуля учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Знать основные понятия и определения кинематики пространственных потоков, понятия гидростатики жидкости и газов, а также основные законы распределения давления в данных средах	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 2	Уметь применять принципы вывода дифференциальных уравнений движения жидкости и их интегрирования для решения отдельных задач	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 3	Знать геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Бернулли для одномерных потоков, а также уметь применять его для расчета трубопроводов, знать приближенные решения уравнения Навье-Стокса, в том числе в приближении теории пограничного слоя	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 4	Уметь выполнять измерения параметров жидкостей и газов различными методами	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные понятия и определения	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 2. Равновесие жидкости и газа	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	28
Раздел 3. Основные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	14
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 4. Одномерное течение вязкой несжимаемой жидкости	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	36

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Основные понятия и определения

##### Темы лекций:

1. Основные понятия и определения. Жидкость и ее свойства. Основные понятия кинематики.
2. Деформация элементарной жидкой частицы, движущейся в потоке жидкости. Потенциальное и вихревое движение жидкости. Линия тока и траектория движения.
3. Методы исследования потенциальных течений. Вихревое движение. Теорема Стокса.

##### Темы практических занятий:

1. Приборы для измерения давления.
2. Исследование потенциального и вихревого течений.

##### Названия лабораторных работ:

1. Определение физических свойств жидкости.

#### Раздел 2. Равновесие жидкости и газа

##### Темы лекций:

1. Напряжение в покоящейся жидкости. Уравнение равновесия жидкости Эйлера.
2. Интегрирование уравнений Эйлера в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Относительное равновесие.
3. Силы давления на плоской и криволинейной стенке.

##### Темы практических занятий:

1. Измерение давления в покоящейся жидкости
2. Решение задач на основе уравнений гидростатики

3. Решение задач на определение силы давления на различные стенки

**Названия лабораторных работ:**

1. Приборы для измерения давления
2. Измерение гидростатического давления на основе жидкостных приборов (пьезометры, манометры, вакуумметры)

**Раздел 3. Основные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости**

**Темы лекций:**

1. Модель идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости.
2. Уравнение Эйлера. Интегрирование уравнений Эйлера (уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости).
3. Уравнение неразрывности. Уравнение движения в напряжениях.
4. Уравнение движения Навье-Стокса.
5. Анализ уравнений Навье-Стокса. Условия однозначности.
6. Понятия расхода жидкости и средней скорости. Режимы течения жидкости.
7. Точное решение уравнения Навье-Стокса при ламинарном течении жидкости в трубах.

**Темы практических занятий:**

1. Применение уравнения Бернулли при расчёте течения идеальной жидкости.
2. Решение задач по расчёту распределения скорости в ламинарном потоке.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение расхода жидкости объёмным способом.
2. Определение режимов течения жидкости.

**Раздел 4. Одномерное течение вязкой несжимаемой жидкости**

**Темы лекций:**

1. Введение. Основные понятия и определения тепломассообмена.
2. Теплопроводность при стационарном режиме.
3. Интенсификации теплопередачи. Внутренние источники. Нестационарная теплопроводность.

**Темы практических занятий:**

1. Расчеты теплопроводности и теплопередачи плоской стенки;
2. Расчеты теплопроводности и теплопередачи цилиндрической стенки;
3. Расчеты теплопроводности и теплопередачи орбренных стенок;
4. Расчеты теплопроводности тел с внутренними источниками теплоты;
5. Расчеты нестационарной теплопроводности.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
2. Определение степени черноты вольфрамовой проволоки.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к экзамену.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник / А.Д. Гиргидов. – Москва: Инфра-М, 2015. – 704 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/333101>)
2. Бульба Е.Е. Механика жидкости и газа = Fluid Mechanics: учебное пособие для вузов / Е.Е. Бульба; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 94 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/259818>)
3. Смайлов С.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Смайлов, К.А. Кувшинов. – 1 компьютерный файл (pdf; 2.7 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m124.pdf>

#### **Дополнительная литература:**

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник / Л.Г. Лойцянский. – 7-е изд., испр. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/113499>)
2. Медведев Г.Г. Практикум по гидравлическим расчетам в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Г. Медведев, В.И. Максимов, В.Ю. Половников. – 1 компьютерный файл (pdf; 2.7 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m293.pdf>
3. Кудинов А.А. Газодинамика: учебное пособие / А.А. Кудинов. – Москва: Инфра-М, 2014. – 336 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/272647>)
4. Касилов В.Ф. Справочное пособие по газодинамике для теплоэнергетиков. – Москва: Изд-во МЭИ, 2000. – 272 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/54104>)
5. Прандтль Л. Газодинамика: пер. с нем. / Л. Прандтль. – 2-е изд. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. – Москва: 2000. – 576 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/27177>)

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_natural-science\\_8.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_natural-science_8.html)
2. <http://techlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/index.htm>
4. <http://www.k204.ru/uchebniki.htm>

5. <http://tgv.khstu.ru/lib/learn/>
6. <http://ihtik.lib.ru/>
7. [http:// library.khstu.ru/](http://library.khstu.ru/)
8. <http://ingenerov.net/tehnichka/>
9. [http://www.msuee.ru/htm12/med\\_gird/3\\_4.html](http://www.msuee.ru/htm12/med_gird/3_4.html)
10. <http://twt.mpei.ru/ochkov/WSPHB/>
11. [http://www.energosoftware.info/new\\_knidi.html](http://www.energosoftware.info/new_knidi.html)
12. [http://www/fptl.ru/Chem%20block\\_spravo4nik.html](http://www/fptl.ru/Chem%20block_spravo4nik.html)
13. <http://www.enek.ru/books.htm#vvsp>

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 406	Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 29	Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах" ТПГ-010-5ЛР-01 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202	Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт. Zoom Zoom; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова, к.т.н.		Медведев Г.Г.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол № 11 от 19.06.2018 г.).

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
на правах кафедры  
д.т.н., профессор

 /Заворин А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020