

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей  
Школы ИИГЭ

Матвеев А.С.  
«30» 06 2020 г.

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

| Гидрогазодинамика                                                                                                            |                                                                                        |                 |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|
| Направление подготовки                                                                                                       | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника                                                |                 |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))                                                                      | Инженерия теплоэнергетики и теплотехники                                               |                 |   |
| Специализация                                                                                                                | Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике |                 |   |
| Уровень образования                                                                                                          | высшее образование – бакалавриат                                                       |                 |   |
| Курс                                                                                                                         | 3                                                                                      | семестр         | 5 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                                                                               | 6                                                                                      |                 |   |
| Виды учебной деятельности                                                                                                    | Временной ресурс                                                                       |                 |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                         | Лекции                                                                                 | 32              |   |
|                                                                                                                              | Практические занятия                                                                   | 32              |   |
|                                                                                                                              | Лабораторные занятия                                                                   | 24              |   |
|                                                                                                                              | ВСЕГО                                                                                  | 88              |   |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                    |                                                                                        | 128             |   |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с<br>выделенной промежуточной аттестацией (курсовой<br>проект, курсовая работа) |                                                                                        | курсовой проект |   |
| ИТОГО, ч                                                                                                                     |                                                                                        | 216             |   |

Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен,  
Диф.  
зачёт (КП)

Обеспечивающее  
подразделение

НОЦ  
И.Н. Бутакова

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 и понятия гидростатики жидкости и газов, а также основные законы распределения давления в данных средах                                                                        | И.ПК(У)-1.1                |
| РД 2                                          | Понимать принципы вывода дифференциальных уравнений движения жидкости и их интегрирования для отдельных задач, геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Бернулли для одномерных потоков, уметь применять его для расчёта трубопроводов | И.ПК(У)-1.1                |
| РД 3                                          | Уметь применять приближенные решения уравнения Навье-Стокса, в том числе в приближении теории пограничного слоя                                                                                                                                         | И.ПК(У)-1.1<br>И.ПК(У)-1.2 |
| РД 4                                          | Владеть опытом определения физических свойств жидкости и газа, решения задач гидростатики и гидродинамики                                                                                                                                               | 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)

|                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Основные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|

**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.

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Одномерное течение вязкой несжимаемой жидкости</b> |
|-----------------------------------------------------------------|

**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 ребренных 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.

**Тема курсового проекта:**

1. Расчет сети насосной установки и подбор насоса на эту сеть, параллельное включение насосов на сложные сети.

## **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;
- Выполнение курсового проекта;
- 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 MB). – 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 MB). – 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. Гидрогазодинамика: 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 гидрогазодинамике для теплоэнергетиков. – Москва: Изд-во МЭИ, 2000. – 272 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/54104>)
5. Прандтль Л. Гидроаэромеханика: 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/>
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://tw.mpei.ru/ochkov/WSPHB/>
11. [http://www.energsoft.info/new\\_knidi.html](http://www.energsoft.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>
14. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): 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.

## 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 (учебная лаборатория) 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. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового                                                                                                                                                                                                  | Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                           | Наименование оборудования                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202                                                                                                 |                                                                                            |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 47 | -Компьютер - 1 шт.;<br>-Проектор - 1 шт.<br>Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест. |

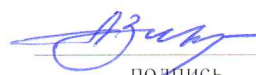
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике» (приема 2018 г., очная форма обучения).

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:**

| <b>Учебный год</b>       | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>Протокол заседания НОЦ<br/>И.Н. Бутакова</b> |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 2019/2020<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | от « <u>30</u> » <u>мая</u> 2019 г. № <u>29</u> |
| 2020/2021<br>учебный год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин                                                                                                                                           | Приказ по ТПУ<br>№127-7/об от 06.05.2020        |