

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

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ


 Матвеев А.С.
 «26» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 ПРИЕМ 2020 г.
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

| Механика жидкости и газа | | | |
|---|---|---------|---|
| Направление подготовки/ специальность | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем | | |
| Специализация | Агрегаты газоперекачивающих станций | | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | | |
| Курс | 3 | семестр | 5 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 4 | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | 24 | |
| | Практические занятия | 24 | |
| | Лабораторные занятия | 16 | |
| | ВСЕГО | 64 | |
| Самостоятельная работа, ч | | 80 | |
| ИТОГО, ч | | 144 | |

| Вид промежуточной аттестации | экзамен | Обеспечивающее подразделение | НОЦ И.Н. Бутакова |
|---|--|------------------------------|----------------------|
| Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель |  | | Заворин А.С. |
| |  | | Тайлашева Т.С. |
| |  | | Медведев Г.Г. |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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 |
| ОПК(У)-3 | Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | И.ОПК(У)-3.1 | Демонстрирует понимание основных законов термодинамики, тепломассообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах | ОПК(У)-3.1В1 | Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах |
| | | | | ОПК(У)-3.1У1 | Умеет выявлять сущность термодинамических, тепломассообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы |
| | | | | ОПК(У)-3.1З1 | Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание |
| | | И.ОПК(У)-3.2 | Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем | ОПК(У)-3.2В1 | Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования |
| | | | | ОПК(У)-3.2У1 | Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования |
| | | | | ОПК(У)-3.2З1 | Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей |
| | | И.ОПК(У)-3.3 | Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений и применяет для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей | ОПК(У)-3.3В1 | Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты |
| | | | | ОПК(У)-3.3У1 | Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты |
| | | | | ОПК(У)-3.3З1 | Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты |

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Индикатор достижения компетенции |
|---|---|--|
| Код | Наименование | |
| РД 1 | Освоить основные понятия и определения кинематики пространственных потоков | ОПК(У)-3.1В1 ОПК(У)-3.1У1 ОПК(У)-3.1З1 ОПК(У)-3.2В1 |
| РД 2 | Освоить понятия гидростатики жидкости и газов, а также основные законы распределения давления жидкости и их интегрирования для отдельных задач | ОПК(У)-3.1У1 ОПК(У)-3.2В1 ОПК(У)-3.2У1 ОПК(У)-3.3З1 |
| РД 3 | Освоить принципы вывода дифференциальных уравнений движения жидкости и их интегрирования для отдельных задач | ОПК(У)-3.1З1 ОПК(У)-3.2У1 ОПК(У)-3.3З1 |
| РД 4 | Знать геометрический и энергетический смысл слагаемых уравнения Бернулли для одномерных потоков, а также освоить применение его для расчета трубопроводов | ОПК(У)-3.1У1 ОПК(У)-3.1В1 ОПК(У)-3.2В1 |
| РД 5 | Знать приближенные решения уравнения Навье-Стокса, в том числе в приближении теории пограничного слоя | ОПК(У)-3.1В1 ОПК(У)-3.1З1 ОПК(У)-3.3З1 |

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 механики жидкости и газа | РД 1, РД3, РД4, РД 5 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 12 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 32 |
| Раздел 2. Равновесие жидкости и газа | РД2, РД5 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 14 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 34 |
| Раздел 3. Основные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости | РД3, РД1, РД2, РД 5 | Лекции | 6 |
| | | Практические занятия | 14 |
| | | Самостоятельная работа | 34 |
| Раздел 4. Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости | РД3, РД1, РД2, РД 5 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 12 |
| | | Самостоятельная работа | 32 |
| Раздел 5. Основные теории подобия. Гидродинамический пограничный слой | РД3, РД2, РД 5 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 14 |
| | | Самостоятельная работа | 34 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия и определения

Темы лекций:

1. Основные особенности в развитии механики жидкости и газа.

2. Основные понятия и определения. Жидкость и её свойства. Деформация элементарной жидкой частицы, движущейся в потоке жидкости. Потенциальное и вихревое движение жидкости.
3. Дифференциальные уравнения неразрывности потока. Уравнение Лапласа.

Темы практических занятий:

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

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

Темы практических занятий:

1. Расчет трубопроводов.

Названия лабораторных работ:

1. Определение физических свойств жидкости.

Раздел 4. Одномерное течение вязкой несжимаемой жидкости

Темы лекций:

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

Темы практических занятий:

1. Расчет трубопроводов.

Названия лабораторных работ:

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

Раздел 5. Основные теории подобия. Гидродинамический пограничный слой

Темы лекций:

1. Основные теории гидродинамического подобия.
2. Затопление струи. Классификация.
3. Интенсификации теплопередачи. Внутренние источники. Нестационарная теплопроводность.

Темы практических занятий:

1. Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование гидродинамического пограничного слоя.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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 занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Исаченко, В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. — 5-е изд., стер. — Москва: АРИС, 2014. — 417 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C268543>
2. Краснощеков, Е.А. Задачник по теплопередаче: учебное пособие / Е. А. Краснощеков, А. С. Сукомел. — 4-е изд., перераб. — Москва: Эколит, 2011. — 287 с.: ил.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C70932>
3. Цветков, Федор Федотович Задачник по теплообмену: учебное пособие для вузов / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко. — 3-е изд., стер. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. — 195 с.: ил.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C238167>
4. Цветков, Федор Федотович Теплообмен: учебник для вузов/ Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев: учебник для вузов / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. — Москва: Изд-во МЭИ, 2011. — 559 с.: ил.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C238167>
5. Борисов, Борис Владимирович. Практикум по технической термодинамике и теплообмену [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C215332>

Дополнительная литература:

1. Крейт Ф., Блэк У. Основы теплопередачи. — М.: Мир, 1983. — 512 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34387>
2. Практикум по теплопередаче /Под ред. А.П. Солодова. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 296 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34429>
3. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Теплообмен (в ядерной энергетике). — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 376 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34361>
4. Тепло-и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник /Под ред. В.А.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (<http://rosrid.ru>);
2. Справочно-поисковая система «Кодекс» (<http://www.kodeks.ru>);
3. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>);
4. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
5. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
6. Российский информационно-библиотечный консорциум (<http://www.ribk.net>);
7. Университетская информационная система «УИС Россия» (<http://uisrussia.msu.ru>);
8. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
9. Информационная система ЭКБСОН (<http://www.vlibrary.ru>);
10. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
11. Электронные библиографические указатели Российской книжной палаты (<http://gbu.bookchamber.ru>);
12. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);

Используемое лицензионное программное обеспечение

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. AkeelPad; Google Chrome;
5. Mozilla Firefox ESR;
6. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
7. 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 (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 406 | Комплект оборудования для проведения лекционных занятий – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт. |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, | Комплект оборудования для проведения лабораторных работ: – Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; – Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; |

| № | Наименование специальных помещений | Наименование оборудования |
|----|--|--|
| | <p>курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 29</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; - Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; - Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; - Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; - Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; - Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; - Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; - Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; - Установка учебная "Капелька" - 1 шт |
| 3. | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус № 4, аудитория 48</p> | <p>Комплект оборудования для проведения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Компьютер - 18 шт.; - Принтер - 1 шт.; - Документ-камера Wolf Vision - 1 шт.; - Кинокамера скоростная СКС-1 - 1 шт.; - Анемометр - 2 шт.; - Пирометр ST-30 - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем / Агрегаты газоперекачивающих станций (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | Подпись | ФИО |
|----------------|---|---------------|
| Доцент, к.т.н. |  | Медведев Г.Г. |

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 26.06.2020 г. №44).

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) |
|--------------------|------------------------------|--|
| | | |