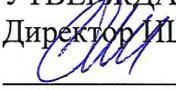


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ


 Матвеев А.С.
 «30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Природоохранные технологии в промышленной
 теплотехнике**

| | | | |
|---|--|---------|-----|
| Направление подготовки/ специальность | 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника | | |
| Специализация | | | |
| Уровень образования | высшее образование - магистратура | | |
| Курс | 2 | семестр | 3 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 3 | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | | 16 |
| | Практические занятия | | 16 |
| | Лабораторные занятия | | 16 |
| | ВСЕГО | | 48 |
| | Самостоятельная работа, ч | | 60 |
| | ИТОГО, ч | | 108 |

| Вид промежуточной аттестации | Зачет | Обеспечивающее подразделение | НОЦ И.Н.Бутакова |
|---|-------|--|---------------------|
| Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель | |  | А.С. Заворин |
| | |  | В.И. Максимов |
| | |  | А.С. Разва |

2020 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 |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий | И.1.УК(У)-1 | Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие и связи между ними | УК(У)-1.B1 | Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера |
| | | | | УК(У)-1.У1 | Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера |
| | | | | УК(У)-1.31 | Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера |
| | | И.2.УК(У)-1 | Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов | УК(У)-1.B2 | Владеет методами получения и критического анализа новых знаний для решения задач естественнонаучных дисциплин |
| | | | | УК(У)-1.У2 | Умеет обобщать усваиваемые знания естественных наук категориями системного анализа, синтеза, сравнения и оценки |
| | | | | УК(У)-1.32 | Знает основные методы познавательной деятельности и верификации получаемых знаний |
| | | И.3.УК(У)-1 | Обосновывает выводы, интерпретации и оценки о научных исследованиях и перспективах их применения. | УК(У)-1.B3 | Владеет аппаратом критического анализа и применяет его для аргументации сделанных выводов |
| | | | | УК(У)-1.У3 | Умеет формулировать выводы самостоятельно и анализировать различные тексты, используя критерии научного исследования |
| | | | | УК(У)-1.33 | Знает основные методы познавательной деятельности и верификации получаемых знаний |
| УК(У)-6 | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | И.1.УК(У)-6 | Оценивает свои ресурсы (личностные, ситуативные, временные), направления и пределы их роста при оптимальном их использовании с целью успешного выполнения порученного задания | УК(У)-6.B1 | В области профессиональной деятельности владеет навыками анализа эффективного направления действий, принятием решений на уровне собственной компетенции, навыками планирования целей и способа их достижений |
| | | | | УК(У)-6.У1 | В профессиональной деятельности умеет в рамках данной себе самооценки разрабатывать, контролировать, исследовать компоненты своей работы планировать для определения приоритетов, способы и методов повышения эффективности достижения |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) | |
|-----------------|--|-----------------------------------|---|---|---|
| | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование |
| | | | | | результатов на основе самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач |
| | | | | УК(У)-6.31 | Знает технологию и методику самооценки, теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений, особенности принятия и реализации организационных, управленческих решений, основы подходов к саморазвитию, самореализации для наиболее полного использования творческого потенциала собственной деятельности |
| ОПК(У)-1 | Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки | И.1.ОПК(У)-1 | Формулирует цели и задачи исследования | ОПК(У)-1.В1 | Имеет опыт формулирования целей и задач исследования |
| | | | | ОПК(У)-1.У1 | Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля |
| | | | | ОПК(У)-1.31 | Современного состояния, а также перспектив развития газовой промышленности и технологий теплотехники |
| | | И.2.ОПК(У)-1 | Определяет методы и последовательность решения задач | ОПК(У)-1.В1 | Имеет опыт формулирования целей и задач исследования |
| | | | | ОПК(У)-1.У1 | Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля |
| | | | | ОПК(У)-1.32 | Методов решения профессиональных задач в газовой промышленности и технологий теплотехники |
| | | И.3.ОПК(У)-1 | Формулирует критерии принятия решения | ОПК(У)-1.В2 | Владет навыками применения методов выбора критериев оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач |
| | | | | ОПК(У)-1.У3 | Умеет формулировать критерии оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач |
| | | | | ОПК(У)-1.32 | Знает методы решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах |
| ОПК(У)-2 | Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы | И.1.ОПК(У)-2 | Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи | ОПК(У)-2.В1 | Имеет опыт выбора наиболее эффективных методов решения профессиональных задач |
| | | | | ОПК(У)-2.У1 | Умеет решать инновационные задачи исследования теплоэнергетических процессов |
| | | | | ОПК(У)-2.31 | Знает основные методы инженерных исследований, технических испытаний и |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) | |
|-----------------|--|-----------------------------------|---|---|--|
| | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование |
| | | | | | сложных экспериментов в области теплоэнергетики |
| | | И.2.ОПК(У)-2 | Проводит анализ полученных результатов | ОПК(У)-2.В1 | Владеет анализом и разработки рекомендации по результатам научных исследований объектов теплоэнергетических процессов |
| | | | | ОПК(У)-2.У2 | Умеет формулировать выводы в условиях неоднозначности с применением глубоких теоретических и экспериментальных методов исследований |
| | | | | ОПК(У)-2.32 | Знает современного состояния и перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники |
| | | И.3.ОПК(У)-2 | Представляет результаты выполненной работы | ОПК(У)-2.В3 | Владеет навыками оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных исследований, составления практических рекомендаций по их использованию |
| | | | | ОПК(У)-2.У3 | Умеет применять профессиональные знания для представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований |
| | | | | ОПК(У)-2.33 | Знание современной аргументации по оценке перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники |
| ПК(У)-4 | Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности | И.1.ПК(У)-4 | Проектировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности | ПК(У)-4.В1 | Имеет опыт проектирования теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности |
| | | | | ПК(У)-4.У1 | Умеет применять методы проектирования теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности |
| | | | | ПК(У)-4.31 | Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) | |
|-----------------|--|-----------------------------------|---|--|--|
| | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование |
| | | | | | деятельности |
| | | И.2.ПК(У)-4 | Эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности | ПК(У)-4.B2 | Имеет опыт эксплуатации теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности |
| | ПК(У)-4.U2 | | | Умеет эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности | |
| | ПК(У)-4.32 | | | Знает требования к эксплуатации оборудования в основной профессиональной деятельности | |
| ПК(У)-5 | Способен осуществлять анализ режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов | И.1.ПК(У)-5 | Осуществлять анализ режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов | ПК(У)-5.B1 | Владеет навыками анализа режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий |
| | | | | ПК(У)-5.U1 | Умеет формулировать предложения по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий на основе анализа режимов работы |
| | | | | ПК(У)-5.31 | Знает современные предприятия в профессиональной области деятельности, методы анализа эффективности их работы и способы модернизации оборудования и систем |

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной 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 | Знать основные принципы выбросов теплотехнологических установок промышленных предприятий и их влияние на окружающую среду | И.1.УК(У)-1 И.2.УК(У)-1 И.3.УК(У)-1 |
| РД 2 | Выполнять расчеты нормативов допустимых выбросов в атмосферу при проектировании или реконструировании газоочистных установок; | И.1.ОПК(У)-2, И.2.ОПК(У)-2, И.3.ОПК(У)-2 |
| РД 3 | Знать основные принципы гидроаэродинамики природоохранного оборудования. | И.1УК(У)-6 |
| РД 4 | Владеть информацией об основных научно-технических проблемах и перспективах развития природоохранных технологий | И.1.ПК(У)-5 И.1. ПК(У)-4 И.2. ПК(У)-4 |
| РД 5 | Владеть методикой разработки рекомендации по снижению загрязнения атмосферы. | И.1.ОПК(У)-1, И.2.ОПК(У)-1, И.3.ОПК(У)-1 |

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. Загрязнение атмосферы: характеристика загрязняющих выбросов. | РД 1 | Лекции | 8 |
| | РД 2 | Практические занятия | 8 |
| | РД 4 | Лабораторные занятия | 8 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |
| Раздел 2. Методы защиты атмосферы от вредных выбросов. | РД 3 | Лекции | 8 |
| | РД 5 | Практические занятия | 8 |
| | | Лабораторные занятия | 8 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Загрязнение атмосферы: характеристика загрязняющих выбросов.

В разделе рассматриваются основные понятия о характеристиках вредных газовых и пылевых выбросов в энергетической промышленности и последствиях загрязнения атмосферы.

Темы лекций:

1. Сущность экологического аспекта в энергетике.
2. Требования к экологической чистоте.
3. Топливный цикл и его техногенное воздействие на среду обитания.
4. Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе.
5. Влияние вредных выбросов электростанций на природу и человека.
6. Показатель вредности продуктов сгорания.

Темы практических занятий:

1. Физические и химические характеристики газов.
2. Методы определения состава, запыленности.
3. Отбор и анализ дисперсной фазы.

4. Связность дисперсных материалов.

Названия лабораторных работ:

1. Отбор и анализ дисперсной системы;
2. Определение свойств дисперсной системы.

| |
|--|
| Раздел 2. Методы защиты атмосферы от вредных выбросов |
|--|

В разделе рассматриваются основные понятия по обеспыливанию газов циклонами, фильтрами, а также физическим и химическим методам очистки газов, очистки газов в адсорберах, испытаниях газоочистных систем.

Темы лекций:

1. Перспективные направления развития природоохранных технологий.
2. Основы теории золоулавливания.
3. Методы химической очистки дымовых газов.
4. Рассеивание в атмосфере выбросов.
5. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах кот-лов.
6. Сточные воды предприятий теплоэнергетики и их очистка.

Темы практических занятий:

1. Методика испытания абсорбера.
2. Методика испытания инерционного пылеуловителя.
3. Обезвреживание газов в производстве катализаторов.
4. Характеристики режимных параметров газоочистительных систем.

Названия лабораторных работ:

1. Определение параметров запылённого потока в вихревой камере.
2. Определение параметров запылённого потока в циклонном аппарате
3. Контроль процесса очистки газов в аппаратах
4. Исследования фильтрующих свойств на пневмотранспортной установке

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- 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. Василевский М.В. Практикум по методам защиты атмосферы от вредных выбросов: учебное пособие / М.В. Василевский, А.С. Разва; Томский политехнический университет. – Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 223с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C244652>
2. Рациональное природопользование : [учебное пособие] / В. В. Тетельмин, В. А. Язеев. — Долгопрудный: Интеллект, 2012. — 288 с. Текст : электронный. — URL: <http://znanium.com/go.php?id=413207>
3. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. — 5-е изд., стер.. — Москва: Альянс, 2010. — 493 с. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C190456>

Дополнительная литература

1. Денисов, В. В.. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие [Электронный ресурс] / Денисов В. В., Денисова И. А., Дровозова Т. И., Москаленко А. П.. — 2-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 408 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3962-1. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/113632> (контент)
2. Волков, В. А.. Теоретические основы охраны окружающей среды [Электронный ресурс] / Волков В. А.. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 256 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61358
3. Василенко, Т. А.. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Василенко Т. А., Свергузова С. В.. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. — 264 с <https://e.lanbook.com/book/95751>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://www.eccostroy.ru/catalogue/category/153>
2. <http://www.gazsertec.ru/>
3. <http://www.alumateco.ru/cleaning/>
4. <http://www.ekovent.ru/montajnoe-proektirovanie-vozduhovodov.php>
5. <http://www.imatek-filter.ru/ac/>
6. <http://planeta-eco.ru/index.php?id=12>
7. <http://ec-ucmgo.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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, | 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 |

| | |
|---|---|
| <p>консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 29</p> | <p>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.</p> |
|---|---|

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | Подпись | ФИО |
|-------------------------|--|------------|
| Доцент НОЦ И.Н.Бутакова |  | А.С. Разва |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от «26» июня 2020г. №44).

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


подпись

/ А.С. Заворин /

Лист изменений рабочей программы дисциплины

| Учебный год | Содержание /изменение | Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол) |
|-------------|-----------------------|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |