

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ
Матвеев А.С.
« 29 » 02 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Тепломассообменное оборудование предприятий			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
	Промышленная теплоэнергетика		
	высшее образование - бакалавриат		
	4	семестр	8
	3		
Временной ресурс			
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		11
	Лабораторные занятия		11
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч			64
в т. ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)			курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Зачет Диф.зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры			Заворин А.С.
Руководитель ООП			Антонова А.М.
Преподаватель			Половников В.Ю.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках и нетрадиционных источниках энергии	И.ПК(У)-2.1	Делает выводы об эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии	ПК(У)-2.1B1	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.1У1	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.131	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие мероприятия на теплотехническом оборудовании	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует умение анализировать экологические и энергосберегающие показатели энергетического производства	ПК(У)-3.1B1	Владеет опытом определения экологических и энергосберегающих показателей энергетического производства
				ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать предельно допустимые выбросы и сбросы объектов теплоэнергетики, нормы расходов топлива и всех видов энергии
		И.ПК(У)-3.2	Проводит выбор ресурсосберегающих	ПК(У)-3.2B1	Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики Владеет опытом выбора

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики		современных технологий и оборудования для защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.2У1	Умеет определять показатели энерго- и ресурсоэффективности, проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.232	Знает современные методы ресурсо- и энергосбережения и природоохранные технологии
ПК(У)-5	Способен управлять технологическим оборудованием, контролировать параметры процессов и показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом анализа схем систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.1У1	Умеет моделировать структуры и схемы систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.131	Знает основные принципы построения систем автоматического регулирования и управления системы теплоснабжения
		И.ПК(У)-5.2	Выбирает технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы	ПК(У)-5.2В1	Владеет опытом выбора технических средств измерения и контроля теплотехнических

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			теплоснабжения		параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.2У1	Умеет выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
				ПК(У)-5.231	Знает методы и технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения
ПК(У)-6	Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением	И.ПК(У)-6.1	Проектирует 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)-6.1В1	Владеет опытом 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)-61.У1	Умеет применять методы проектирования теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-6.131	Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной деятельности
		И.ПК(У)-6.2	Эксплуатирует 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)-6.2B1	Владеет опытом 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)-6.2У1	Умеет эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.231	Знает требования к эксплуатации оборудования в основной профессиональной деятельности

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	Формулировать задачи в области теплоэнергетики и теплотехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Планировать и проводить испытания и экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния систем теплоэнергетики и теплотехники, их оборудования, интерпретировать данные и делать выводы.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2
РД 3	Применять практические знания принципов, технологий теплоэнергетической и теплотехнической отраслей	И.ПК(У)-6.2
РД 4	Проектировать теплоэнергетические установки, теплотехнические системы и их оборудование	И.ПК(У)-6.1
РД 5	Применять практические знания теплотехники, современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области теплотехники и теплотехнологий	И.ПК(У)-6.1

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Основные виды учебной деятельности			
Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Теплообменные аппараты	РД 1-5	Лекции	2
		Практические занятия	1
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 2. Массообменные процессы и аппараты		Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 3. Выпаривание. Кристаллизация		Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 4. Перегонные и ректификационные установки		Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 5. Сушильные установки		Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел (модуль) 6. Абсорбционные процессы и установки		Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	12

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теплообменные аппараты

Темы лекций:

1. Анализ способов охлаждения энергетических систем. Эффект охлаждения при волновом адиабатном расширении. Анализ способов охлаждения энергетических систем. Кондуктивный способ охлаждения изделия. Использование принудительной жидкостно-пористой системы охлаждения энергетического оборудования. Разработка способа охлаждения проектируемого аппарата. Расчет и компоновка парожидкостного кожухотрубного теплообменного аппарата (ТА). Ребристые, пластинчатые, спиральные ТА. Характеристики высокотемпературных теплоносителей.

Темы практических занятий:

1. Расчет и компоновка парожидкостного кожухотрубного ТА.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет теплоемкости влажного воздуха

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

Раздел 2. Массообменные процессы и аппараты

Темы лекций:

1. Основы массопередачи. Материальный баланс. Закон Фика для молекулярной диффузии.
2. Конвективная диффузия. Процессы массообмена.

Темы практических занятий:

1. Расчет процессов массообмена.

Названия лабораторных работ:

1. Определение проницаемости воздуха через мелкопористые керамические перегородки.

Раздел 3. Выпаривание. Кристаллизация

Темы лекций:

1. Основные определения и характеристики. Способы и методы выпаривания. Выпарные аппараты. Основные зависимости и расчетные формулы. Простое выпаривание.
2. Материальный и тепловой балансы. Многократное выпаривание. Минимальная общая поверхность нагрева.

Темы практических занятий:

1. Расчет выпарной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание выпарной установки.

Раздел 4. Перегонные и ректификационные установки

Темы лекций:

1. Физико-химические основы равновесия фаз (жидкость – пар). Способы перегонки. Схема установки для простой дистилляции. Дистилляция в токе водяного пара. Схема аппарата для молекулярной дистилляции.
2. Ректификация. Материальный баланс. Тепловой баланс ректификационной колонны. Схема ректификационной установки периодического действия. Моделирование работы ректификационной колонны с рециклом по низкокипящему продукту. Тепловой расчет ректификационной установки.

Темы практических занятий:

1. Расчет ректификационной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание ректификационной установки.

Раздел 5. Сушильные установки

Темы лекций:

1. Сушка. Конвективная, контактная, радиационная, диэлектрическая и

- сублимационная сушки. Равновесие в процессе сушки. Кинетика сушки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки.
2. Диаграмма состояния влажного воздуха. Процессы изменения параметров воздуха. Принципиальные схемы конвективной сушки. Контактная сушка. Конструкции сушилок.

Темы практических занятий:

1. Расчет сушильной установки.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание сушильной установки.

Раздел 6. Абсорбционные процессы и установки

Темы лекций:

1. Закон растворимости Генри. Закон Рауля. Материальный баланс процесса абсорбции. Кинетика процесса. Принципиальные схемы абсорбции.
2. Конструкции абсорберов. Барботажные абсорберы. Распыливающие абсорберы.

Темы практических занятий:

1. Расчет абсорбера.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание абсорбера.

Тематика курсовых работ (теоретический раздел)

1. Расчет сетевой водоподогревательной установки
2. Расчет пароводяного теплообменника
3. Расчет и подбор охладителя конденсата
4. Расчет пластинчатого теплообменника

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 контролирующих 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;
- Выполнение курсового проекта
- 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

1. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию : учебное пособие / под ред. Ю. И. Дытнерского. — Изд. стер.. — Москва: Альянс, 2015. — 493 с.: — ISBN 978-5-903034-87-1.
2. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5107>. — Загл. с экрана.
3. Моисеев, Б. В. Промышленная теплоэнергетика : учебник / Б. В. Моисеев, Ю. Д. Земенков, С. Ю. Торопов. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 236 с. — ISBN 978-5-9961-0860-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/55434>. — Загл. с экрана.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2330>;
2. elibrary.ru - научная электронная библиотека <https://elibrary.ru>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Система математического моделирования Mathcad.
2. Система визуализации и анализа данных Origin.

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 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202	Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт. 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; Zoom Zoom
2.	Лаборатория. 634050 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д.30а, учебный корпус №4, аудитория 27	Комплекс лабораторных установок: 1. Расчет теплоемкости влажного воздуха 2. Определение проницаемости воздуха через мелкопористые керамические перегородки.
3.	Лаборатория. 634050 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д.30а, учебный корпус №4, аудитория 106	Комплекс лабораторных установок: 1. Испытание выпарной установки. 2. Испытание ректификационной установки. 3. Испытание сушильной установки.

	4. Испытание абсорбера.
--	-------------------------

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Промышленная теплоэнергетика» (прием 2020 г., очная форма обучения²).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
доцент НОЦ Бутакова И.Н.	Половников Вячеслав Юрьевич

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол № 44 от 20.06.2020г.).

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

 /А.С. Заворин/
подпись

² Год приема и форма обучения – на титульном листе

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

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