

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» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Тепломассообменное оборудование предприятий			
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Теплоэнергетика и теплотехника		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	10	
	Практические занятия	14	
	Лабораторные занятия	6	
	ВСЕГО	30	
Самостоятельная работа, ч		186	
в т. ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации

Экзамен, диф. зачет (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
	В.Ю. Половников

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	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р5	ПК(У)-2.В7	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
			ПК(У)-2.У7	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
			ПК(У)-2.37	Знает основные технологии преобразования энергии топлива и возобновляемой энергии в электрическую энергию
ПК(У)-3	Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам	Р4	ПК(У)-3.В1	Владеет опытом обоснования проектных решений при разработке теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий
			ПК(У)-3.У1	Умеет объяснять влияние условий работы теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий на принимаемые конструктивные решения
			ПК(У)-3.31	Знает критерии выбора проектных решений при создании промышленных предприятий и их оборудования
			ПК(У)-3.В2	Владеет опытом использования основных законов и уравнений процессов, происходящих в теплоэнергетических установках
			ПК(У)-3.У2	Умеет применять методики и алгоритмы для расчета схемы и теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий
			ПК(У)-3.32	Знает закономерности процессов, происходящих в оборудовании промышленных предприятий

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 ¹		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Применять математические, естественнонаучные, инженерные, гуманитарные, социально-экономические знания, компьютерные технологии для решения задач расчета, анализа и автоматизации процессов в теплоэнергетических и теплотехнических установках	ПК(У)-2
РД 2	Формулировать задачи в области теплоэнергетики и теплотехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	ПК(У)-2
РД 3	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.	ПК(У)-2
РД 4	Применять практические знания принципов, технологий теплоэнергетической и теплотехнической отраслей	ПК(У)-3
РД 5	Проектировать теплоэнергетические установки, теплотехнические системы и их оборудование	ПК(У)-3

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 ²	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Теплообменные аппараты	РД 1, РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Массообменные процессы и аппараты	РД 1, РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	21
Раздел (модуль) 3. Выпаривание. Кристаллизация	РД 1, РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	25
Раздел (модуль) 4. Перегонные и ректификационные установки	РД 4, РД 5,	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 5. Сушильные установки	РД 4, РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	35
Раздел (модуль) 6. Абсорбционные процессы и установки	РД 4, РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	55

¹ Результаты обучения более детализировано представляют индикаторы достижения компетенций как формируемые знания, умения и опыт (навыки), конкретные действия, выполняемые обучающимися, после успешного освоения дисциплины (в соответствии с Матрицей компетенций ООП)

² Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

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

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 проектов (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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 48	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт. Документ-камера WolfVision - 1 шт.; Кинокамера скоростная СКС-1 - 1 шт.; Анемометр - 2 шт.; Пирометр ST-30 - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Mozilla Public License 2.0; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU Affero General Public License 3; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест Термопреобразователь ХКА ТД701С-L2-СФКЭ - 1 шт.;Верстак WT 140WD5/F1000 - 1 шт.;Латр 20000BA

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а., 106	- 1 шт.; Лабораторные весы СУ-1003 - 1 шт.; Печь лабораторная трубчатая 12050 (50*800) - 1 шт.;
---	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Промышленная теплоэнергетика» (прием 2016 г., заочная форма обучения³).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании кафедры ТПТ (протокол от «28» июня 2016 № 16).

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



А.С. Заворин

³ Год приема и форма обучения – на титульном листе

Лист изменений рабочей программы практики:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	протокол № 11 от 19.06.2018
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