

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

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЭЭ

 Матвеев А.С.
 «29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Экспериментальные исследования теплообменных процессов			
Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		8
	Лабораторные занятия		8
	ВСЕГО		24
Самостоятельная работа, ч		84	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экз.	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			Разва А.С.

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)-2.1В1	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)-2.1З1	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
ПК(У)-4	Способен осуществлять анализ режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	И.ПК(У)-4.1	Анализирует режимы работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	ПК(У)-4.1В1	Владеет методами анализа режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий
				ПК(У)-4.1У1	Умеет формулировать предложения по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий на основе анализа режимов работы
				ПК(У)-4.1З1	Знает современные предприятия в профессиональной области деятельности, методы анализа эффективности их работы и способы модернизации оборудования и систем
ПК(У)-6	Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным	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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	давлением				промышленности
				ПК(У)-6.1У1	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)-6.131	Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной деятельности
					промышленности
		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)-6.2В2	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)-6.2У2	Умеет эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.232	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 дисциплине¹

¹ П.3.8. ФГОС – «Организация самостоятельно планирует результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, которые должны

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине ²		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Оценивать эффективность технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Проектировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование	И.ПК(У)-6.1
РД 3	Осуществлять физическое моделирование 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	И.ПК(У)-6.2
РД 4	Анализировать режимы работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	И.ПК(У)-4.1

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 ³	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Экспериментальные исследования тепломассообменных процессов	РД 1	Лекции	4
	РД 2	Практические занятия	4
	РД 3	Лабораторные занятия	4
	РД 4	Самостоятельная работа	42
Раздел (модуль) 2. Экспериментальные исследования газодинамических процессов		Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Экспериментальные исследования тепломассообменных процессов

Методы моделирования процессов гидродинамики и теплообмена. Реализация правил физического моделирования при построении моделей. Аналогия как метод моделирования физических процессов. Схемы экспериментальных установок для исследования гидродинамики, теплообмена и массообмена при течении в трубах. Методы измерения расхода жидкости и газа. Классификация аэродинамических труб для модельных исследований, устройство их основных узлов, методы проведения экспериментов. Стационарные методы измерения коэффициентов теплоотдачи. Способы создания и измерения стационарных тепловых потоков на поверхности теплообмена. Определение тепловых потерь. Измерение температуры поверхности теплообмена при различных способах создания теплового потока в стационарных и нестационарных условиях. Анализ погрешностей измерения коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи.

быть соотнесены с установленными в программе индикаторами достижения компетенций. Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных программой магистратуры»

² 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)

³ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

Темы лекций:

1. Методы экспериментального исследования процессов тепло- и массообмена и схемы экспериментальных установок
2. Методы измерения коэффициентов тепло- и массоотдачи

Темы практических занятий:

1. Методы экспериментального исследования процессов тепло- и массообмена и схемы экспериментальных установок
2. Методы измерения коэффициентов тепло- и массоотдачи

Названия лабораторных работ:

1. Определение коэффициента теплового излучения.
2. Теплопередача при движении воздуха в трубе.
3. Определение коэффициента теплопроводности металлов.
4. Теплофизические свойства диэлектриков.
5. Проверка закона Бойля-Мариотта.

Раздел 2. Экспериментальные исследования газодинамических процессов

Энергетический анализ термодинамических циклов тепловых двигателей и холодильных установок. Определение энергии, эксергии и анергии. Циклы газотурбинных установок со смешанным подводом теплоты. Термический и эксергетический КПД. Удельные расходы теплоты, топлива. Стационарные методы измерения коэффициентов теплоотдачи. Способы создания и измерения стационарных тепловых потоков на поверхности теплообмена. Определение тепловых потерь. Измерение температуры поверхности теплообмена при различных способах создания теплового потока в стационарных и нестационарных условиях. Анализ погрешностей измерения коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи.

Темы лекций:

1. Методы измерения коэффициентов гидравлического сопротивления
2. Методы измерений полей давления, скорости, температуры и концентрации.

Темы практических занятий:

1. Методы измерения коэффициентов гидравлического сопротивления
2. Методы измерений полей давления, скорости, температуры и концентрации.

Названия лабораторных работ:

1. Кривая фазового равновесия воды.
2. Отношение теплоемкостей воздуха в диапазоне температур.
3. Теплопроводность воздуха.
4. Ламинарное и турбулентное течение газа.
5. Измерение вязкости воздуха по истечению из капилляра

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 курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- 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.	Компьютерный класс. 634050 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д.30а, учебный корпус №4, аудитория 48	Девять современных персональных компьютеров, оснащённых процессорами 8го поколения Intel Core i3-8100/3.6 GHz, с удалённым доступом к необходимым программным продуктам ТПУ (RemoteApp) и различным международным библиотекам.
2.	Лаборатория. 634050 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д.30а, учебный корпус №4, аудитория 27	Комплекс лабораторных установок: 1. Определение коэффициента теплового излучения. 2. Теплопередача при движении воздуха в трубе. 3. Определение коэффициента теплопроводности металлов. 4. Теплофизические свойства диэлектриков. 5. Проверка закона Бойля-Мариотта.
3.	Лаборатория. 634050 г. Томская область, Томск, проспект Ленина, д.30а, учебный корпус №4, аудитория 106	Комплекс лабораторных установок: 1 Кривая фазового равновесия воды. 2. Отношение теплоемкостей воздуха в диапазоне температур. 3. Теплопроводность воздуха.

		4. Ламинарное и турбулентное течение газа. 5. Измерение вязкости воздуха по истечению из капилляра
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Промышленная теплоэнергетика» (прием 2020 г., очно-заочная форма обучения⁴).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
доцент НОЦ Бутакова И.Н.	Разва Александр Сергеевич

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол № 44 от 26.06.2020 г.).

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

 /А.С. Заворин/
подпись

⁴ 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)