

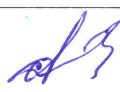
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИШЭ

Матвеев А.С.
« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

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	4	семестр	7
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	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)-2.1B1	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)-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)-4.1B1	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)-4.131	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)-6.1B1	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
		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	8
	РД 2	Практические занятия	8
	РД 3	Лабораторные занятия	8
	РД 4	Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Экспериментальные исследования газодинамических процессов		Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30

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 2018 г., очная форма обучения⁴).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол № 11 от 19.06.2018 г.).

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

 /Заворин А.С./
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)
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