

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.  
 «29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

<b>Физико-химические основы теплотехнических процессов</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Инженерия теплоэнергетики и теплотехники</b>		
Специализация	<b>Промышленная теплоэнергетика</b>		
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		12
	Практические занятия		8
	Лабораторные занятия		0
	ВСЕГО		20
	Самостоятельная работа, ч		88
	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			Заворин А.С.
			Антонова А.М.
			Максимов В.И.

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления **13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника** (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)-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)-3.1В1	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
				ПК(У)-3.1З1	Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресур-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					сбережению на объектах теплоэнергетики
		И.ПК(У)-3.2	Проводит выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики	ПК(У)-3.2В1	Владеет опытом выбора 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)-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)-6.1У1	Умеет применять методы проекти-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					рования 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)-6.2B2	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 технологиче-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					ские 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 в структуре ООП

Дисциплина «Физико-химические основы теплотехнических процессов» входит в вариативную часть модуля общепрофессиональных дисциплин магистерской подготовки профессионального цикла ООП.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
	Код	Наименование	
РД1		Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки при выборе современного теплотехнического и теплотехнологического оборудования с учетом физико-химических, технологических процессов и технических условий	И.ПК(У)-2.1
РД2		Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при проведении теплового расчета теплотехнического оборудования, в современных аппаратах и системах.	И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2
РД3		Способность осуществлять планирование работ в соответствующей области знаний с целью повышения энергоэффективности энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования с использованием современных методов и программно-технических систем	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2

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.
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения физико-химических основ тепло- и массообменных процессов в энергетическом оборудовании.</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>3</b>
		Лабораторные занятия	<b>0</b>
		Самостоятельная работа	<b>29</b>
<b>Раздел 2 Процессы диффузии.</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>0</b>
		Самостоятельная работа	<b>29</b>
<b>Раздел 3 Основы процессов прогрева и термического разложения топлива.</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>3</b>
		Лабораторные занятия	<b>0</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Экспериментальные исследования тепломассообменных процессов. Методы моделирования процессов гидродинамики и теплообмена**

###### **Темы лекций:**

1. Основные понятия и определения. Физические и химические основы некоторых тепловых процессов, протекающих в тепломассообменном оборудовании.

###### **Темы практических занятий:**

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности с тепловым источником. Некоторые химические реакции, протекающие в теплотехническом оборудовании.

##### **Раздел 2. Экспериментальные исследования газодинамических процессов. Энергетический анализ термодинамических циклов тепловых двигателей и холодильных установок**

###### **Темы лекций:**

1. Определение диффузии. Виды диффузии. Дифференциальное уравнение диффузии. Примеры молекулярной диффузии. Примеры термодиффузии диффузии. Примеры бародиффузии.

###### **Темы практических занятий:**

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности с тепловым источником. Некоторые химические реакции, протекающие в теплотехническом оборудовании.

###### **Названия лабораторных работ:**

1. Определение коэффициентов диффузии. Определение коэффициентов теплопроводности и вязкости различных газов.

##### **Раздел 3. Основы процессов прогрева и термического разложения топлива**

###### **Темы лекций:**

1. Виды топлив, используемых в теплоэнергетике и промышленности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.

2. Понятие летучих. Роль летучих процессах горения топливных частиц.

### **Темы практических занятий:**

1. Расчет температуры прогрева частиц различных углей.
2. Расчет времени прогрева топливных частиц.

### **Названия лабораторных работ:**

1. Расчет времени процесса термического разложения и количества выхода летучих.
2. Расчет времени индукции газовых смесей

## **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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим 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. Оценка качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины (модуля) в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета».

Максимальное количество баллов по дисциплине (модулю) в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 80 баллов,
- за промежуточную аттестацию (экзамен/зачет) – 20 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины (модуля) производится по результатам оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины (модуля)».

–

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Архипов, Владимир Афанасьевич. Физико-химические основы процессов теплообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Архипов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра автоматизации теплоэнергетических процессов (АТП). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.0 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015.
2. Замалеев, Зуфар Харисович. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 352 с.: ил. — Учебники для вузов. Специальная литература. — Библиогр.: с. 342-343. — ISBN 978-5-8114-1531-1.
3. Михатулин, Дмитрий Сергеевич. Теплообмен, термодинамическое и термозероизонное разрушение тепловой защиты / Д. С. Михатулин, Ю. В. Полежаев, Д. Л. Ревизников. — Москва: Янус-К, 2011. — 520 с.: ил. — Библиогр.: с. 517. — ISBN 978-5-8037-0522-2.  
Мирам, Андрей Олегович. Техническая термодинамика. Теплообмен : учебник / А. О. Мирам, В. А. Павленко. — Москва: АСВ  
Дополнительная литература:

1. Цветков Ф.Ф., Григорьева Б.А. Тепломассообмен. Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2009. - 550 с
2. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы Учебное пособие / Е. А. Бойко, И. С. Деринг, Т. И. Охорзина. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2009. —96 с.
3. Пашков Л.Т. Основы теории горения. Учебное пособие. - М.: МЭИ (ТУ), 2010. - 125 с
4. Портнов. В.В. Сушильные установки. Учебное пособие. Воронеж. Издательство ВГТУ. 2012 г. 109 с
5. Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов / под ред. Г. А. Тирского. — Москва: Физматлит, 2011. — 546 с.

## 6.2 Информационное обеспечение

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

1. <http://e-le.lcg.tpu.ru> – информационно-образовательная среда дистанционного обучения WebCT.
2. <http://www.teploenergetika.info> – информационный портал посвященный теплоэнергетике;
3. <http://03-ts.ru> – электронная библиотека для теплотехников и теплоэнергетиков, работающих на электростанциях и промышленных предприятиях различных отраслей хозяйства страны, а также научных работников и студентов вузов соответствующих специальностей.
4. <http://elibrary.ru> – научно-электронная библиотека eLibrary.ru.
5. <http://techlibrary.ru/>.

## 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 (учебная лаборатория) 634050 Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус №4, аудитория 29	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.;</p> <p>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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</p> <p>– Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах" ТПГ-010-5ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М</p>

		"Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий (лекций), консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050 Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а, учебный корпус №4, аудитория 41	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Термопреобразователь ХКА ТД701С-L2-СФКЭ - 1 шт.; Лабораторные весы СУ-1003 - 1 шт.; Латр 20000ВА - 1 шт.; Верстак WT 140WD5/F1000 - 1 шт.; Печь лабораторная трубчатая 12050 (50*800) - 1 шт.;
3.	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

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Промышленная теплоэнергетика» (прием 2018 г., заочная форма обучения<sup>1</sup>).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Максимов В.И.

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

<sup>1</sup> 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