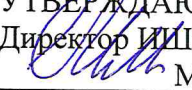


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 г.

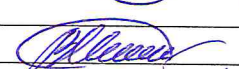
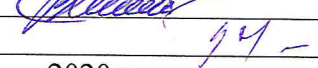
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физико-химические основы тепломассообменных процессов			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника		
	Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника		
	высшее образование – магистратура		
	1	семестр	1
	6		
Курс	Временной ресурс		
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации

Экзамен, Диф.зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
--------------------	------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
 на правах кафедры
 Руководитель ООП
 Преподаватель

	А.С. Заворин
	В.И. Максимов
	Б.В. Борисов

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления **13.04.01 - 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
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.1.ОПК(У)-1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.B1	Имеет опыт формулирования целей и задач исследования
				ОПК(У)-1.Y1	Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля
				ОПК(У)-1.31	Знание современного состояния, а также перспектив развития газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.2.ОПК(У)-1	Определяет методы и последовательность решения задач	ОПК(У)-1.B2	Владение опытом нахождения нестандартных решений профессиональных задач для достижения поставленных целей решения практических задач
				ОПК(У)-1.Y2	Умение находить наиболее эффективные решения профессиональных задач с использованием фундаментальных и специальных знаний в условиях неопределенности
				ОПК(У)-1.32	Знание методов решения профессиональных задач в газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.3.ОПК(У)-1	Формулирует критерии принятия решения	ОПК(У)-1.B3	Владение опытом применения методов выбора

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					критериев оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-1.У3	Умение формулировать критерии оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-133	Знание современных критериев оценивания развития газовой промышленности и технологий теплотехники
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.1.ОПК(У)-2	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.В1	Владением опытом выбора наиболее эффективных методов решения профессиональных задач
				ОПК(У)-2.У1	Умением решать инновационные задачи профессионального профиля
				ОПК(У)-2.31	Знание основных методов реализации инновационных инженерных задач, научных исследований и сложных экспериментов
		И.2.ОПК(У)-2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.В2	Владение опытом анализа результатов научных исследований и проектных работ в области профессиональной деятельности с формулированием рекомендаций по совершенствованию технологий
				ОПК(У)-2.У2	Умение применять профессиональные знания

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					для анализа результатов работ и формулирования выводов в условиях неоднозначности
				ОПК(У)-2.32	Знание современного состояния и перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.3.ОПК(У)-2	Представляет результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.В3	Оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований
				ОПК(У)-2.У3	Применять профессиональные знания для представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований
				ОПК(У)-2.33	Современной аргументации по оценке перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники
ПК(У)-2	Способен осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний	И.1.ПК(У)-2	Осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний	ПК(У)-2.В1	Владение опытом планирования, ведения и научного руководства работ в соответствующей области знаний
				ПК(У)-2.У1	Умение планировать, проводить и руководить теоретическими и экспериментальными научно-исследовательскими работами в соответствующей

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					области знаний
				ПК(У)-2.31	Знание основных закономерностей и особенностей ведения научно-исследовательской деятельности в соответствующей области знаний

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

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.1. ОПК(У)- 1, И.2. ОПК(У)-1, И.3 ОПК(У)- 1
РД2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы при проведении теплового расчета котельного теплотехнического оборудования, в современных аппаратах и системах.		И. 1.ОПК(У)-2, И. 2. ОПК(У)-2, И.3. ОПК(У)-2
РД3	Способность осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний с целью повышения энергоэффективности энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования с использованием современных методов и программно-технических систем		И. 1. ПК(У)- 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.
Раздел 1. Основные понятия и определения физико-химических основ тепло- и массообменных процессов в энергетическом оборудовании.	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	38
Раздел 2 Процессы диффузии.	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3 Основы процессов прогрева и термического разложения топлива.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	76

Содержание разделов дисциплины:

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

Основные понятия и определения. Физические и химические основы процессов диффузии, теплообмена, горения и перемещения массы конвекцией. Математические модели этих процессов. Особенности формулирования условий единственности.

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

Основные методы экспериментального определения параметров течений газов, холодильных процессов, процессов тепломассообмена. Термодинамические методы и инженерные методы оценок теплопередачи для циклов тепловых машин 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
--

Основные модели горения твердых, жидких и газообразных топлив. Методы оценок основных параметров горения органических топлив. Организация горения органических топлив в промышленных аппаратах.

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

Тематика курсовых работ (теоретический раздел)

1. Анализ химического реактора идеального смешения.
2. Анализ горения газовой смеси в тракте газового инфракрасного излучателя закрытого типа.

Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с начальной буквой фамилии студента

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- 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

Основная литература

1. Архипов В.А. Физико-химические основы процессов тепломассообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Архипов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра автоматизации теплоэнергетических процессов (АТП). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.0

- МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m284.pdf> (контент)
2. Замалеев, З. Х.. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] / Замалеев З. Х., Посохин В. Н., Чефанов В. М.. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 352 с.. — Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 270800 — «Строительство» (профили «Промышленное и гражданское строительство», «Водоснабжение и водоотведение»). — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-1531-1. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146 (контент)
 3. Круглов, Г. А.. Теплотехника [Электронный ресурс] / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С.. — 2-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с.. — Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия». — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-1017-0. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900

Дополнительная литература:

1. Цветков Ф. Ф. Тепломассообмен: учебник для вузов/ Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев : учебник для вузов / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. — Москва: Изд-во МЭИ, 2011. — 559 с.: ил.. — Библиография: с. 555-556. — Алфавитно-предметный указатель: с. 557-559.. — ISBN 978-5-383-00563-7.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C208977>
2. Сазонов, В.Г.. Основы теории горения и взрыва : Учебное пособие / Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, ф-л Московская государственная академия водного транспорта. — 1. — Москва: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2012. — 168 с.. — ВО - Бакалавриат.. Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=420467> (контент)
3. Карякин С. К. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет котлов : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. К. Карякин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m183.pdf> (контент).
4. Тирский, Г. А.. Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен современных космических аппаратов и зондов [Электронный ресурс] / Тирский Г. А., Сахаров В. И., Ковалев В. Л., Власов В. И.; Горшков А.Б., Ковалев Р.В., Боровой В.Я., Егоров И.В., Белошицкий А.В., Горский В.В., Брыкина И.Г., Афонина Н.Е., Громов В.Г., Кирютин Б.А., Лунев В.В., Скуратов А.С., Алексин В.А., Рогов Б.В., Дядькин А.А., Жулин С.В.. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 548 с.. — Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-9221-1322-9. Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59565 (контент)

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/>.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

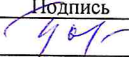
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 29	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах" ТПГ-010-5ЛР-01 - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 27	Комплект лабораторного оборудования "Теоретические основы теплотехники" - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 3 шт.; Стол журнальный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 19 посадочных мест; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, теку-	Лаб.комплекс "Автономная автоматиз.сис-ма отопл." - 2 шт.; Лабораторный стенд-тренажер "Кондиционер" - 1 шт.; Лабораторная установка "Вентиляционные системы" - 2 шт.; Лабораторная установка "Морозильник" - 1 шт.; Лабораторный стенд-тренажер

щего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 106/1	"Тепловой насос-2" - 1 шт.; Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-2" - 1 шт.; Лабораторная установка "Двухкамерный холодильник" - 1 шт.; Лабораторная установка "Кондиционер" - 1 шт.; Лабораторная установка "Тепловой насос" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
--	---

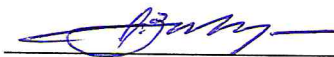
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова		Б.В. Борисов

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от «30» мая 2019г. №29).

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

 / А.С. Заворин /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (прото- кол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и ин- формационно-справочных систем 3. Изменение шаблона рабочей программы дисциплины	от 26.06.2020 г. №44