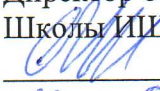


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей

Школы ИИЭ

 А.С. Матвеев

«30» 06 2020 г.

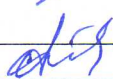
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Учебно-исследовательская работа студентов			
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3, 4	семестры	5, 6, 7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	8		
Продолжительность недель / академических часов	156/288		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная работа, ч	8		
Самостоятельная работа, ч	280		
ИТОГО, ч	288		

Вид промежуточной аттестации

Зачет	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
	Г.С. Няшина

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	И.УК(У)-2.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта	УК(У)-2.1В1	Владеет навыками постановки проблемы и определения цели проекта
				УК(У)-2.1У1	Умеет выбирать и обосновывать тему проекта
				УК(У)-2.1З1	Знает основной понятийный аппарат проектной деятельности
		И.УК(У)-2.2	Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения	УК(У)-2.2В1	Владеет навыками самостоятельно формулировать ожидаемые результаты проекта
				УК(У)-2.2У1	Умеет формулировать задачи проекта и определять последовательность их решения
				УК(У)-2.2З1	Знает понятие научного и инженерного творчества и его основные приемы осуществления
ПК(У)-1	Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач	И.ПК(У)-1.1	Применяет основные законы термодинамики, теплообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах	ПК(У)-1.1В1	Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
				ПК(У)-1.1У1	Умеет выявлять сущность термодинамических, теплообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы
				ПК(У)-1.1З1	Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, теплообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание
				ПК(У)-1.1В2	Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ПК(У)-1.1У2	Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ПК(У)-1.1З2	Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
		И.ПК(У)-1.2	Применяет знания свойств рабочих тел и теплоносителей для расчета процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом использования знаний свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.2У1	Умеет использовать знания свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.2З1	Знает свойства рабочих тел и теплоносителей
ПК(У)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий преобразования энергии в энергетических установках	И.ПК(У)-2.1	Делает выводы об эффективности технологий преобразования энергии топлива в теплоэнергетических установках	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей теплоэнергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.1У1	Умеет рассчитывать параметры и показатели теплоэнергетических установок и их оборудования
				ПК(У)-2.1З1	Знает основные технологии преобразования энергии топлива в электрическую энергию

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения при прохождении дисциплины		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РП-1	Применять базовые математические, естественнонаучные, инженерные знания, а также навыки работы со специализированным оборудованием и программно-техническими средствами для решения исследовательских задач	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РП-2	Умение планировать и проводить натурные и численные эксперименты, осуществлять обработку полученных экспериментальных данных с применением аппарата теории вероятностей и математической статистики	И.УК(У)-2.2 И.ПК(У)-1.1
РП-3	Применять методы анализа научно-технической информации по тематике исследования в области теплоэнергетики и автоматизации теплоэнергетических процессов, уметь обосновывать представляемые материалы и составлять отчеты по исследовательской работе	И.УК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане.

4. Структура и содержание дисциплины

Содержание этапов реализации дисциплины:

№ этапа/ семестра	Этапы реализации дисциплины, краткое содержание (виды работ)	Формируемый результат обучения
5	Подготовительный этап – выбор направления исследований; – библиографический поиск, составление литературного обзора; – проведение анализа решаемой задачи с использованием современной научно-технической литературы и патентных источников; – подготовка отчета.	РП-1 РП-3
6	Опытно-конструкторская работа: – планирование экспериментальных исследований; – проектирование и сборка стенда для проведения исследований; – подготовка отчета.	РП-1
7	Научно-исследовательская: – планирование, подготовка и выполнение экспериментальных исследований; – обработка полученных результатов; – анализ и интерпретация полученных результатов; – подготовка отчета.	РП-1 РП-2
8	Научно-исследовательская работа: – разработка модели процесса/объекта; – выполнение численных исследований; – анализ результатов моделирования; – подготовка отчета.	РП-2 РП-3
8	Заключительный: – подготовка итогового отчета о проделанной работе.	РП-3

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Исследовательская работа (выполнение экспериментальных и численных исследований, обработка и анализ результатов)
- Участие в научных студенческих конференциях, семинарах форумах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
-

6. Формы отчетности по дисциплине

По окончании дисциплины, обучающиеся предоставляют отчет.

7. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проводится в виде защиты отчета по УИРС.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей программы дисциплины и представлен отдельным документом в приложении.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение:

1. Стрижак П.А. Математическое моделирование теплофизических процессов при решении инженерных задач: учебное пособие [Электронный ресурс] / П. А. Стрижак, Д. О. Глушков. – Томск: Изд-во «АлКом», 2017. – 208 с. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m072.pdf>.
2. Стрижак П.А. Математическое моделирование процессов теплопереноса с фазовыми превращениями и химическим реагированием в теплоэнергетике: учебное пособие [Электронный ресурс] / П. А. Стрижак, Д. О. Глушков. – Томск: STT, 2017. – 149 с. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m071.pdf>.
3. Волков Р.С. Программно-аппаратные комплексы для экспериментального исследования физико-химических процессов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р. С. Волков, Д. О. Глушков, П. А. Стрижак. – Томск: Изд-во «АлКом», 2017. – 250 с. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m074.pdf>.

Дополнительная литература

1. Фортов В.Е. Энергетика в современном мире / В. Е. Фортов, О. С. Попель. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 168 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/207697>)
2. Атрошенко Ю.К. Измерение теплоэнергетических параметров: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. К. Атрошенко, П. А. Стрижак. – Томск: Изд-то ТПУ, 2017. – 163 с. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m070.pdf>

3. Атрошенко Ю.К. Применение панорамных оптических методов при регистрации теплофизических параметров: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. К. Атрошенко, Р. С. Волков, П. А. Стрижак. – Томск: Изд-во СПб Графика, 2017. – 123 с. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m073.pdf>.

8.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] / Григорьев Ю. Д. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 320 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65949 – для авторизованных пользователей свободный.
2. Адлер Ю.П. Методология и практика планирования эксперимента в России: монография [Электронный ресурс] / Адлер Ю. П., Грановский Ю. В. – Москва: МИСИС, 2016. – 182 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93686> – для авторизованных пользователей свободный.
3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения дисциплины

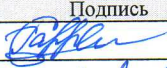
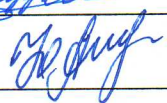
При проведении дисциплины в учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, ул. Усова, д. 7, учебный корпус № 8, аудитория 264	Штатив лабораторный ШЛ-98 - 1 шт.; Верхнеприводная мешалка DC-600RM - 1 шт.; Комплект осветительного оборудования - 1 шт.; Лабораторная мельница SW-2 - 1 шт.; Газовый паяльник DREMEL Versa Tip (2000-6) - 1 шт.; Дозатор 1-канальный Новус ДПЭО-1-10-100 - 1 шт.; Фотокамера Nikon D7100 Body - 1 шт.; Шасси сDAQ-9171 - 1 шт.; Пирометр - 2 шт.; Весы электронные ViBRA AJH-420CE - 1 шт.; Комплект для исследования процессов тепломассопереноса - 1 шт.; Латр 20000BA - 2 шт.; Высокоточная поворотная платформа 7R129 - 1 шт.; Объектив Canon EF-S 17-55 MM F/2.8 IS USM - 1 шт.; Стойка с регулируемой высотой ЗТРН-13 - 1 шт.; Болгарка 9565 CV Makita - 1 шт.; Лабораторный комплекс измерения локальных характеристик процессов при испарении слоя жидкости, обдуваемого потоком газа - 1 шт.; Линейный позициометр - 1 шт.; Термопреобразователь ТД701Е-L2-ХА Теплоприбор - 3 шт.; Комплект светодиодного осветительного оборудования - 1 шт.; Модуль NI 92194 Ch-Ch isolated 24-bit +60V 100S/s Universal AI Module (National Instruments) - 1 шт.; Источник питания LABPS3005D - 2 шт.; Малый гониометр 7G174-30 - 1 шт.; Набор Ninbo TC-1115 ТК-7 35предметов - 1 шт.; Плата сбора данных Multifunction I/O and NI-DAQmx USB-6001 - 2 шт.; Комплект осветительного оборудования - 1 шт.; Адиабатический бомбовый калориметр АБК-1В - 1 шт.; Анализатор пыли "Атмас" - 1 шт.; Кольцевая подсветка - 1 шт.; Зеркальный фотоаппарат Nikon D7100 Body - 1 шт.; Ректификационная установка - 1 шт.; Трансформатор TDGC2-1K - 1 шт.; Перфоратор HR 2450 X8* - 1 шт.; Комплект измерения характеристик гидродинамических и теплофизических процессов в условиях пленочных и ривулетных течений в малогабаритных теплообменниках - 1 шт.; Видеокамера Optimus IP-E022.1 - 2 шт.; Термопреобразователь ТД701Е-L1-ХА Теплоприбор - 3

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		шт.; Осветительное оборудование - 1 шт.; Компрессор Denzel AC-37 - 1 шт.; Паяльная станция Lukey-936D - 1 шт.; Высокоскоростная камера Photron FASTCAM Mini UX-100 800K 16GB - 1 шт.; Объектив AF Nikkor - 1 шт.; Термореобразователь сопротивления TC1088/8Pt100/50 Элемер - 2 шт.; Комплект для измерения плотности AFDK - 1 шт.; Бокс по черт. 0025-003-002.СБ - 1 шт.; Бормашина промышленная IBS/E - 1 шт.; Лобзик DW 349 DeWALT - 1 шт.; Модуль NI 9214 - 1 шт.; Экспериментальная ячейка для исследования тепломассопереноса в слое жидкости - 1 шт.; Весы Vibra AF 225DRCE - 1 шт.; Преобразователь термоэлектрический TP2088/1/XA (Элемер) - 3 шт.; Штатив - 1 шт.; Вытяжная вентиляция - 1 шт.; Печь муфельный ЭКПС10 - 1 шт.; Печь трубчатая - 1 шт.; Адаптер TP-LINK - 1 шт.; Лазерный дальномер Bosch PLR 25 - 1 шт.; Фотоаппарат зеркальный Canon "EOS 650D" Body + объектив Sigma AF 30 mm f/1 - 1 шт.; Шлифмашина эксц. ВО 5031 - 1 шт.; Вакуумный насос BC-VP-215 SV - 1 шт.; Объектив Sigma AF 8-16mm - 1 шт.; Верстак WT 120WD5/F1000 - 2 шт.; Объектив Sigma AF 105mm f/2.8 EX DG OS HSM Macro Nikon F - 1 шт.; Акк. дрель GSR 18-2-Li Plus - 1 шт.; Болгарка GWS 22-230 JH - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 3 шт.; Тумба подкатная - 4 шт.; Стол письменный - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 4 посадочных мест; Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, ул. Усова, д. 7, учебный корпус № 8, аудитория 128	Нагреватель LHS 61L System 3*400V 11кВт - 1 шт.; Штатив лабораторный ШЛ-98 - 1 шт.; Вискозиметр-экспресс - 1 шт.; Газоанализатор Тест-1 (Бонэр-ВТ) - 1 шт.; Стенд термомпарный - 1 шт.; Газоанализатор Testo 340 - 1 шт.; Измеритель температуры IT-8-K/K-G4 - 1 шт.; Система регистрации мгновенного распределения температуры и скорости - 1 шт.; Система специализированной подачи воздуха и парожидкостного потока - 1 шт.; Отвертка Kraftool 25611 - 2 шт.; Навигатор 60CX - 1 шт.; Разборный лабораторный стенд - 1 шт.; Пробоотборное устройство для воздуха АПВ-4-12-40 - 1 шт.; Лабораторный комплекс измерения локальных характеристик процессов при сжижении газа с использованием детандера и вихревой трубы - 1 шт.; Столик подъемный ПЭ-2420 со штативом - 1 шт.; Беспроводная радиоканальная система контроля температурно-влажностного режима "Wi-климат" - 1 шт.; Пипетка электронная 100-1000мкл (Thermo Scientific) - 1 шт.; Комплект оборудования для очистки дымовых газов - 1 шт.; МЭС-200 универсальный метеометр - 1 шт.; Видеокамера Optimus IP-E022.1 - 2 шт.; Газоанализатор - 1 шт.; Экспериментальный стенд исследования процессов тепломассопереноса при нагревании капли - 1 шт.; Оптическая система термографической флуоресцентной визуализации температурных полей (LaVision INC.) - 1 шт.; Палатка Alaska Космо 6 олива - 1 шт.; Пипетка электронная 10-100мкл (Thermo Scientific) - 1 шт.; Пипетка электронная 5-50мкл (Thermo Scientific) - 1 шт.; Кроскорреляционная камера - 1 шт.; Манометр МПЗ-УУ2-600,0кПа (Манотомь) - 1 шт.; Муфельная печь GeneralTHERM - 1 шт.; Вытяжная вентиляция - 1 шт.; Модуль линейного перемещения СТМ-2 - 1 шт.; Адаптер TP-LINK - 2 шт.; Графический планшет Genius EasyPen i405 - 2 шт.; Пульсметр + люксметр ТКА-ПКМ (модель 02) - 1 шт.; Блок питания БП10-23 - 1 шт.; Регистратор многоканальный технологический PMT 59M/A/t0040/12;24И/D/15"/ГП - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Компьютер - 10 шт.; Принтер - 2 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, ул. Усова, д. 7, учебный корпус № 8, аудитория 49	Стенд термомпарный - 1 шт.; Диспергатор T18 digital Ultra-Turrax Pfcage - 1 шт.; Пресс гидравлический - 1 шт.; Бормашина МК 135E SPARKY - 1 шт.; Весы лабораторные электронные Pioneer PA114 (ОНАУС) - 1 шт.; Генератор аэрозоля "Полис" на соплах GL (Сигма-Про) - 1 шт.; Печь трубчатая R50/250/13 с контроллером B410 - 1 шт.; Камера сгорания с трубами - 1 шт.; Тепловая пушка BALLU BHP -9 - 1 шт.; Камера высокотемпературного сжигания частиц угля и капель водоугольных суспензий - 1 шт.; Видеокамера Optimus IP-E022.1 - 1 шт.; Регистратор многоканальный технологический PMT 59M/ t0040 / 12;24 В/ D/ 15"/ГП - 1 шт.; Нагревательный бак из нержавеющей стали - 1 шт.; Рассев лабораторный РЛ-1 - 1 шт.; Комплекс индукционного нагрева с пирометром и системой охлаждения - 1 шт.; Верстак ВП-3 - 1 шт.; Модуль линейного перемещения СТМ-2 - 1 шт.; Весы электронные PC-100W-10 BAT (ACOM INC., LTD) - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 30а, учебный корпус № 4, аудитория 28	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплине: – компьютер - 13 шт.; – принтер - 4 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Ассистент ИШФВП, к.ф.-м.н.		Г.С. Няшина
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова, к.т.н.		Ю.К. Атрошенко

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол от « 17 » апреля 2019 г. № 25).

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Протокол заседания НОЦ И.Н. Бутакова
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от « <u>4</u> » июня 2020 г. № <u>43</u>
	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020