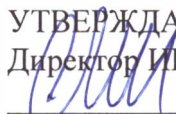


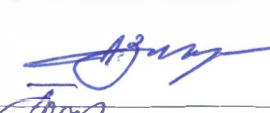
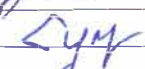
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Техническая термодинамика и тепломассообмен			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
	Энергетическое машиностроение		
	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций		
	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		40
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		88
Самостоятельная работа, ч			128
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, дифф.зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
------------------------------	---------------------	------------------------------	----------------------

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры			А.С. Заворин
Руководитель ООП			Т.С. Тайлашева
Преподаватель			Б.В. Борисов

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	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	ОПК(У)-3.B5	Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
		ОПК(У)-3.У5	Умеет выявлять сущность термодинамических, тепломассобменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы
		ОПК(У)-3.35	Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание
		ОПК(У)-3.B6	Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
		ОПК(У)-3.У6	Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
		ОПК(У)-3.36	Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей
		ОПК(У)-3.B7	Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
		ОПК(У)-3.У7	Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
		ОПК(У)-3.37	Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты

2. Место дисциплины в структуре ООП

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

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Понимать и использовать основные понятия и определения технической термодинамики и теплообмена.	ОПК(У)-3
РД2	Понимать и использовать понятия основных моделей рабочих тел, термодинамических параметров и процессов переноса теплоты.	ОПК(У)-3
РД3	Использовать методики термодинамического анализа с применением основных законов и соотношений термодинамики, анализа полей температур при различных процессах теплообмена.	ОПК(У)-3
РД4	Владеть методами термодинамического анализа покоящегося тела и потока рабочего тела, экспериментальной оценки параметров теплообмена.	ОПК(У)-3
РД5	Владеть методами анализа основных теплотехнических приборов на основе понятие циклических процессов (циклов).	ОПК(У)-3
РД6	Владеть методами определения тепловых потоков применительно к основным теплотехническим приборам.	ОПК(У)-3

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. Понятия, параметры и основные законы термодинамики	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	22
Раздел 2. Анализ циклов тепловых машин	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	8
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	22
Раздел 3. Понятия, параметры и основные законы теплообмена. Теплопроводность.	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	2
	РД4	Самостоятельная работа	22
	РД5		
	РД6		
Раздел 4. Основные положения конвективного теплообмена	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	8
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	22
	РД5		
	РД6		
Раздел 5. Теплообмен излучением	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	–
	РД4	Самостоятельная работа	20
	РД5		
	РД6		
Раздел 6. Теплопередача со сложным теплообменом	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	2
	РД4	Самостоятельная работа	20
	РД5		
	РД6		

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Понятия, параметры и основные законы термодинамики

Темы лекций:

1. Предмет и методы термодинамики.
2. Смеси газов. Понятие теплоемкости.
3. Первый закон термодинамики.
4. Второй закон термодинамики.
5. Термодинамика идеального газа.
6. Термодинамические свойства реальных веществ.
7. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Истечение. Дросселирование.
8. Термодинамика смесей и растворов. Парогазовые смеси.

Темы практических занятий:

1. Расчеты по уравнению состояния;
2. Расчет газовых смесей;
3. Законы термодинамики;
4. Расчеты теплоемкости;
5. Расчет калорических параметров;
6. Расчет процессов идеального газа;
7. Расчет параметров пара;
8. Расчет процессов пара;
9. Истечение газов и паров;

10. Дросселирование. Смешение;
11. Расчеты с влажным воздухом.

Названия лабораторных работ:

1. Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении;
2. Изучение изотермического процесса;
3. Изучение реального газа (эффект Джоуля-Томсона).

Раздел 2. Анализ циклов тепловых машин

Темы лекций:

1. Процессы в компрессорах.
2. Газовые циклы.
3. Циклы паротурбинных установок.
4. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
5. Основы химической термодинамики. Основы неравновесной термодинамики.

Темы практических занятий:

1. Процессы компрессоров;
2. Расчет циклов газовых двигателей (ГТУ, ДВС);
3. Расчет циклов паротурбинных установок (ПТУ, ТЭС, ТЭУ);
4. Расчет циклов холодильных машин.

Названия лабораторных работ:

1. Определение проницаемости воздуха через мелкопористые керамические перегородки.
2. Исследование процессов во влажном воздухе.
3. Определение абсолютной и относительной влажности воздуха

Раздел 3. Понятия, параметры и основные законы теплообмена. Теплопроводность

Темы лекций:

1. Введение. Основные понятия и определения тепломассообмена.
2. Теплопроводность при стационарном режиме.
3. Интенсификации теплопередачи. Внутренние источники.
4. Нестационарная теплопроводность.

Темы практических занятий:

1. Расчеты теплопроводности и теплопередачи плоской стенки;
2. Расчеты теплопроводности и теплопередачи цилиндрической стенки;
3. Расчеты теплопроводности и теплопередачи ребренных стенок;
4. Расчеты теплопроводности тел с внутренними источниками теплоты;
5. Расчеты нестационарной теплопроводности.

Названия лабораторных работ:

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
2. Определение степени черноты вольфрамовой проволоки.

Раздел 4. Основные положения конвективного тепломассообмена
--

Темы лекций:

1. Конвективный теплообмен.
2. Теория подобия.
3. Свободная конвекция
4. Вынужденная конвекция. Пластина. Цилиндр.
5. Вынужденная конвекция. Труба.
6. Теплообмен при фазовых превращениях. Конденсация.
7. Теплообмен при фазовых превращениях. Кипение.
8. Массообмен.

Темы практических занятий:

1. Расчеты теплопередачи через плоские и цилиндрические стенки, с различными механизмами и режимами теплоотдачи на поверхностях. С без учета и учетом фазовых превращений.

Названия лабораторных работ:

1. Определение параметров вынужденного движения жидкости по трубам;
2. Исследование теплопередачи при вынужденном движении жидкости по трубам.

Раздел 5. Теплообмен излучением
--

Темы лекций:

1. Теплообмен излучением. Система тел в диатермической среде.

Темы практических занятий:

1. Расчеты теплопередачи через плоские и цилиндрические стенки, с различными механизмами и режимами теплоотдачи на поверхностях, без учета и учетом фазовых превращений. Расчеты теплообмена излучением системы тел, разделенных диатермической средой.
2. Расчеты теплообмена излучающего газа с поверхностью.

Раздел 6. Теплопередача со сложным теплообменом
--

Темы лекций:

1. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты.

Темы практических занятий:

1. Расчеты теплообменных аппаратов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование теплопередачи при вынужденном движении жидкости по трубам.

Тематика курсовых работ:

1. Конструкторский расчет теплообменного аппарата.
2. Поверочный расчет теплообменного аппарата.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- 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. Кудинов В.А. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. – 2-е изд. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). – Москва: Юрайт, 2013. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – Электронные учебники издательства

- Юрайт. – Электронная копия печатного издания. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2407.pdf>.
2. Крайнов А.В. Тепломассообмен: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Крайнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.1 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m071.pdf>.
 3. 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. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/208977>).

Дополнительная литература:

1. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамик: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б.В. Борисов, А.В. Крайнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра теоретической и промышленной теплотехники (ТПТ). – 1 компьютерный файл (pdf; 4.1 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 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/2012/m410.pdf>.
2. Кириллин В.Л. Техническая термодинамика: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 6-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – 502 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/359685>).
3. Архипов В.А. Физико-технические основы процессов тепломассообмена: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Архипов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 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/2014/m051.pdf>.
4. Барилевич В.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. – Москва: Инфра-М, 2014. – 432 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/288293>).
5. Мирам А.О. Техническая термодинамика. Тепломассообмен: учебник / А.О. Мирам, В.А. Павленко. – Москва: АСВ, 2011. – 348 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/231581>).
6. Serth R. Process heat Transfer: Principles, Applications and Rules of Thumb [Electronic resource] / R.W. Serth, T.G. Lestina. – 1 компьютерный файл (pdf; 51 Mb). – Amsterdam: Elsevier, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/science_book/Process%20Heat%20Transfer_2014.pdf.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Разва А.С. Тепломассообмен: электронный курс [Электронный ресурс] / А.С. Разва; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова (НОЦ И.Н. Бутакова). – Электрон. дан.. – TPU Moodle, 2019. – Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю. –Схема доступа: <https://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2589>.
2. Половников В.Ю. Техническая термодинамика: видеолекции [Электронный ресурс] / В.Ю. Половников; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Научно-образовательный центр И. Н. Бутакова (НОЦ И. Н. Бутакова). – Электрон. дан.. – Томск: TPU Moodle, 2017. – Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю. – Схема доступа: <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=11526>.
3. Электронный каталог Томского регионального библиотечного консорциума (<http://arbicon.tomsk.ru>);
4. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
5. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
6. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
7. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
8. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
9. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Office 2016 Professional Plus Russian Academic;
2. LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 47	Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 48	Документ-камера WolfVision - 1 шт.; Анемометр - 2 шт.; Кинокамера скоростная СКС-1 - 1 шт.; Пирометр ST-30 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 406	Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение / Энергетическое машиностроение / Эксплуатация и обслуживание оборудования газокomppressorных станций (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор, д.ф.-м.н.		Б.В. Борисов

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

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 (протокол)
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы: Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №29 от 30.05.2019
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №44 от 26.06.2020