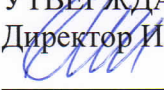


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

 А.С. Матвеев

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2017 г.

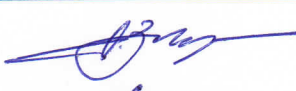
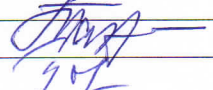
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Термодинамика			
Направление подготовки/специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Специализация	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	–	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		80	
ИТОГО, ч		144	

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
	Т.С. Тайлашева
	Б.В. Борисов

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	Р7	ОПК(У)-3.В5	Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
			ОПК(У)-3.У5	Умеет выявлять сущность термодинамических, тепломассообменных, 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.В6	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.В7	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	Знать, понимать и пользоваться терминологией, теорией, способами получения, передачи и использования энергии в технических системах.	ОПК(У)-3
РД2	Знать теплотехнические системы, преобразующие тепловую энергию в другие её виды, понимать основные принципы расчёта энергосистем и подходы к оценке их эффективности.	ОПК(У)-3
РД3	Выполнять теплотехнические расчёты процессов с идеальными и с реальными рабочими телами; выполнять термодинамические расчёты тепловых установок и систем.	ОПК(У)-3
РД4	Выбирать оптимальные условия протекающих процессов в теплотехнических систем, анализировать циклы теплосиловых установок.	ОПК(У)-3
РД5	Проводить элементарный анализ циклов теплотехнического оборудования.	ОПК(У)-3
РД6	Использовать методики определения параметров рабочих тел теплотехнических систем.	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. Основные понятия, процессы и законы термодинамики	РД1	Лекции	16
	РД2	Практические занятия	16
	РД3	Лабораторные занятия	–
	РД6	Самостоятельная работа	40
Раздел 2. Циклы основных тепловых машин	РД1	Лекции	16
	РД2	Практические занятия	16
	РД4	Лабораторные занятия	–
	РД5	Самостоятельная работа	40

Раздел 1. Основные понятия, процессы и законы термодинамики

Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Теплоемкость. Формулы и таблицы для определения теплоемкости.

Сущность первого закона термодинамики. Формулировки первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.

Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Термодинамические циклы тепловых машин. Философское и статистическое толкование второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии.

Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и h - s – диаграммы. Смеси рабочих тел. Определения понятия "влажный воздух". Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

Уравнения первого закона термодинамики для потока, его анализ. Располагаемая работа и скорость истечения. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Дросселирование газов и паров.

Темы лекций:

1. Техническая термодинамика и ее методы.
2. Законы термодинамики.
3. Термодинамические параметры состояния.
4. Основные термодинамические процессы.
5. Расчеты термодинамических процессов.
6. Термодинамические циклы тепловых машин.
7. Методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.
8. Дросселирование газов и паров.

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.

Раздел 2. Циклы основных тепловых машин

Назначение, классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затрачиваемая на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Относительный внутренний КПД компрессора. Эксергия потока рабочего тела.

Методы непосредственного преобразования теплоты в электроэнергию. Схема, цикл и коэффициент полезного действия установки с магнитогидродинамическим генератором. Термоэлектрические генераторы и их коэффициент полезного действия. Термодинамические основы преобразования энергии в топливных элементах.

Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты. Регенеративные циклы. Термические и эксергетические КПД циклов ГТУ. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. Классификация холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парозежекторных холодильных установках. Термотрансформаторы. Циклы понижающего и повышающего термотрансформаторов. Циклы совместного получения теплоты и холода.

Темы лекций:

1. Циклы основных тепловых машин.
2. Методы непосредственного преобразования теплоты в электроэнергию.
3. Термические и эксергетические КПД циклов тепловых машин.
4. Пути повышения экономичности паросиловых установок.

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.

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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Никифоров А.И. Термодинамика и теплопередача: учебное пособие. Ч. 1. – Санкт-Петербург: СПбГУ ГА, 2014. – 206 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/145589>.
2. 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>.
3. 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>.

Дополнительная литература

1. Кириллин В.А. Техническая термодинамика: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд. дом МЭИ, 2008. – 495 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/143636>).
2. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие для вузов / Т.Н. Андрианова [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МЭИ, 2000. – 356 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/24684>).
3. Голдаев С.В. Основы технической термодинамики: учебное пособие для вузов / С.В. Голдаев, Ю.А. Загоров; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 224 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/193850>).
4. Фукс Г.И. Техническая термодинамика. – Томск: изд. ТГУ, 1973. – 461 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/53347>).
5. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие / О.М. Рабинович. – 5-е изд., перераб. – Стереотипное издание. – Москва: Альянс, 2015. – 344 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/309794>).
6. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов: справочник / С.Л. Ривкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергия, 1987. – 287 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/34427>).
7. Крайнов А.В. Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплофизике: учебное пособие / А.В. Крайнов; Национальный

исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 130 с. Схема доступа:

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/267721>).

8. Теплотехника: учебник для вузов / Луканин В.Н. и др. Под редакцией В.Н. Луканина. 4 изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/66483>).
9. Коновалова Л.С., Загромов Ю.А. Теоретические основы теплотехники. Примеры и задачи. Учебн. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 115 с. Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/27948>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. 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>.
2. Электронная библиотека Томского политехнического университета (<http://catalog.lib.tpu.ru>).
3. Архив научных журналов «Neicon» (<http://archive.neicon.ru>);
4. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
5. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

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

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
2. PTC Mathcad 15 Academic Floating;
3. LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

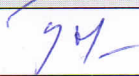
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 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 - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	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.;

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 48	Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт.

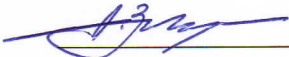
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение, специализация «Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		Б.В. Борисов

Программа одобрена на заседании кафедры ТПТ (протокол от 05.06.2017 г. № 12).

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)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №11 от 27.08.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; 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