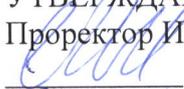


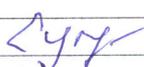
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор ИШЭ  
  
 А.С. Матвеев  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

<b>Техническая термодинамика</b>		
Направление подготовки	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>	
	<b>Инженерия теплоэнергетики и теплотехники</b>	
Образовательная программа	<b>Тепловые электрические станции</b>	
Специализация	высшее образование – бакалавр	
Уровень образования		
Курс	3	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	10
	Практические занятия	6
	Лабораторные занятия	4
	ВСЕГО	12
Самостоятельная работа, ч		196
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
		А.М. Антонова
		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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
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 и 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 теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей для расчета процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах	ПК(У)-1.1В3	Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.1У3	Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ПК(У)-1.1З3	Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей

### 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Знать, понимать и уметь пользоваться основными понятиями и определениями технической термодинамики	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 2	Знать, понимать и уметь пользоваться понятиями основных моделей рабочих тел, термодинамических параметров и процессов	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД3	Владеть методами термодинамического анализа с использованием основных законов и соотношений термодинамики	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД4	Владеть методами термодинамического анализа покоящегося тела и потока рабочего тела	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД5	Владеть методами анализа основных теплотехнических приборов на основе понятие циклических процессов (циклов)	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2

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. Введение. Понятия, параметры и основные законы термодинамики.</b>	РД1– РД5	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	98
<b>Раздел 2. Анализ циклов тепловых машин.</b>	РД1– РД5	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	98

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Введение. 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. Смещение;
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. Часть I
3. Газовые циклы. Часть II
4. Циклы паротурбинных установок. Часть I
5. Циклы паротурбинных установок. Часть II
6. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
7. 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

## 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. 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. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/143636>)
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. – Москва: Юрайт, 2013. – Электронные учебники издательства Юрайт. – Электронная копия печатного издания. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2407.pdf>.
3. Крайнов А. В. Термодинамика и теплопередача: учебное пособие / А. В. Крайнов, Е. Н. Пашков. – Часть 1: Термодинамика – 2017. – 160 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106766>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. [Голдаев С.В.](http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/193850) Основы технической термодинамики: учебное пособие для вузов / С. В. Голдаев, Ю. А. Загромов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 224 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/193850>)

#### Дополнительная литература:

1. Фукс Г.И. Техническая термодинамика: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1973. – 461 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/53347>)
2. Зубарев В.Н. Практикум по технической термодинамике: учебное пособие / В. Н. Зубарев, А. А. Александров, В. С. Охотин. – 3-е изд., перераб. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 303 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/34434>)
3. 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.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/24684>)
4. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамике: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов. – 1 компьютерный файл (pdf; 4.1 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m410.pdf>.
5. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики: учебник. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2010. – 292 с. – Профессиональное образование. – Текст: электронный. – URL: <http://znanium.com/go.php?id=549343>.
6. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамике и теплообмену: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов. – 1 компьютерный файл (pdf; 2.2 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m249.pdf>.
7. Техническая термодинамика: учебное пособие / под ред. В. И. Крутова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1991. – 382 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/33638>)
8. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов: справочник / С. Л. Ривкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергия, 1987. – 287 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/CTPU/book/34427>)
9. Вукалович М.П. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара / М. П. Вукалович, С. Л. Ривкин, А. А. Александров. – Москва: Изд-во стандартов, 1969. – 408 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/34365>)
10. Теплотехника: учебник для вузов / В. Н. Луканин [и др.]; под ред. В. Н. Луканина. – 4-е изд., испр. – Москва: Высшая школа, 2003. – 671 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/66483>)
11. Коновалова Л.С. Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика: учебное пособие / Л. С. Коновалова, Ю. А. Загромов. – 3-е изд., стер. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 136 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/209729>)
12. Коновалова Л.С. Теоретические основы теплотехники. Примеры и задачи: учебное пособие: дистанционное образование / Л. С. Коновалова, Ю. А. Загромов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – 115 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/27948>)

## 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>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. AutoCAD;
3. 7-Zip;
4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. Adobe Flash Player;
6. AkelPad;
7. Cisco Webex Meetings;
8. Document Foundation LibreOffice;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

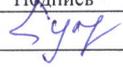
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	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, 46	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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, 29	Лабораторный комплекс "Техническая термодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах" ТПП-010-5ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 BL508 - 1 шт.; Лабораторный ком-

		плекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 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.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф.-м.н.		Борисов Б..В.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. № 29).

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

 /Заворин А.С./  
подпись

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (про- токол)
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