

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТН

(Долматов О.Ю.)

«01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))			
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	40	
Самостоятельная работа, ч		68	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			П.Н. Бычков
Преподаватель			П.Н. Бычков

2020г.

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 компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен использовать базовые знания естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.3.	Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основ оптики, квантовой механики и атомной физики в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.3В4	Владеет опытом расчета тепловых схем энергетических установок
				ОПК(У)-1.3В5	Владеет опытом проведения физических экспериментов по заданной методике, составления описания проводимых исследований и анализа результатов
				ОПК(У)-1.3У4	Умеет выполнять термодинамические расчеты
				ОПК(У)-1.3У5	Умеет применять термодинамические законы при проектировании простых тепловых схем
				ОПК(У)-1.3З4	Знает законы и процессы идеального и реальных (уравнение Ван-дер-Ваальса) газов
				ОПК(У)-1.3З5	Знает прямые и обратные циклы тепловых машин (Циклы Карно, Дизеля, Отто, Брайтона-Джоуля и т.п.)
ОПК(У)-2	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, предоставлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	И.ОПК(У)-2.1.	Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов	ОПК(У)-2.1В4	Владеет навыками построения термодинамических диаграмм
				ОПК(У)-2.1У4	Умеет графически изобразить любые термодинамические процессы, включая циклы в термодинамической диаграмме; пользоваться термодинамическими диаграммами

2. Место дисциплины (модуля) 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	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов расчета	И.ОПК(У)-1.3.
РД 2	Выполнять термодинамические расчеты	И.ОПК(У)-1.3.
РД 3	Применять государственные и отраслевые стандарты при проектировании простых и сложных тепловых схем	И.ОПК(У)-2.1.
РД 4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях термодинамических систем	И.ОПК(У)-1.3.

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, час.
Раздел (модуль) 1. Параметры и уравнения состояния идеальных и реальных газов	РД1, РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	14
Раздел (модуль) 2. Процессы и циклы идеальных газов	РД1, РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Вода и водяной пар. Цикл Ренкина	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Параметры и уравнения состояния идеальных и реальных газов

Идеальный газ. Тепловая энергия. Работа. Параметры состояния идеального газа. Внутренняя энергия. Энтальпия. Эксергия. Энтропия. Закон Шарля. Закон Гей-Люссака. Закон Бойля-Мариотта. Закон Авогадро. Уравнение состояния идеального газа. Первое начало термодинамики. Газовые смеси. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Темы лекций:

1. Основные понятия и определения. Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Первое начало термодинамики.

Темы практических занятий:

1. Параметры состояния рабочего тела.
2. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение состояния реального газа. Газовые смеси.

Раздел 2. Процессы и циклы идеальных газов

Теплоемкости газов. Термодинамический процесс в координатах p - v . Идеальные газовые процессы. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Круговые процессы (циклы). Прямой цикл Карно. Цикл с изохорным подводом теплоты. Цикл с изобарным подводом теплоты. Энтропия. Координаты T - s . Термодинамические процессы в координатах T - s . Прямой цикл Карно в координатах T - s . Второй закон термодинамики. Обратные циклы.

Темы лекций:

2. Теплоемкости газов. Термодинамические процессы. Циклы. Второе начало термодинамики.

Темы практических занятий:

3. Теплоемкость газов. Термодинамические процессы. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропный процесс.
4. Цикл Карно. Циклы реальных тепловых машин. Обратный цикл Карно.

Названия лабораторных работ:

1. Определение теплоёмкости идеального газа.
2. Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении.

3. Определение отношения удельной теплоёмкости газов при постоянном давлении (C_p) к теплоёмкости при постоянном объёме (C_v).
4. Определение показателя адиабаты газов методом Клемона – Дезорма.
5. Определение скорости звука в газах и показателя адиабаты методом стоячей волны.

Раздел 3. Вода и водяной пар. Цикл Ренкина

Вода и водяной пар как основной теплоноситель и рабочее тело в промышленной теплотехнике. Диаграммы воды и водяного пара. Нижняя и верхняя пограничные кривые. Влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Термодинамические циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина.

Темы лекций:

3. Водяной пар и паровые процессы
4. Циклы паротурбинных установок

Темы практических занятий:

1. Работа с таблицами теплофизических свойств воды и водяного пара.
2. Работа с номограммами теплофизических свойств воды и водяного пара.
3. Цикл Ренкина.
4. Расчет параметров цикла паротурбинной установки.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

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; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2407.pdf>
2. Борисов Борис Владимирович. Практикум по технической термодинамике и тепломассообмену: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 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>
3. Крайнов Александр Валерьевич. Теоретические основы теплотехники: учебное

пособие / А. В. Крайнов, Б. В. Борисов – Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012 – Ч. 1: Техническая термодинамика. — 2012. — 216 с.: ил. — На тит. листе: Б. В. Борисов, А. В. Крайнов. — Библиогр: с. 166-168. — Глоссарий: с. 211-215

4. Рабинович Оскар Маркович. Сборник задач по технической термодинамике : учебное пособие / О. М. Рабинович. — 5-е изд., перераб. — Стереотипное издание. — Москва: Альянс, 2015. — 344 с.: ил. + диаграмма. — Перепечатка с издания 1973 г. — ISBN 978-5-91872-085-1.

Дополнительная литература

5. Техническая термодинамика. Компьютерный учебник [Электронный ресурс] / А.А. Александров, В.Е. Знаменский, Г.Ю. Кондакова и др. – Кафедра теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича (ТОТ), НИУ МЭИ, Издательский дом МЭИ 2011. – Режим доступа: <http://twf.mpei.ac.ru/ТТНБ/2/KiSyShe/rus/index.html>
6. Чухин И.М. Техническая термодинамика. Ч. 1. – Компьютерный учебник. [Электронный ресурс] – Кафедра теоретических основ теплотехники Ивановского государственного энергетического университета. Иваново. – 2011. Режим доступа: http://ispu.ru/files/u2/book2/TD1_19-06/index.htm.
7. Чухин И.М. Техническая термодинамика. Ч. 2. – Компьютерный учебник. [Электронный ресурс] – Кафедра теоретических основ теплотехники Ивановского государственного энергетического университета. Иваново. – 2011. Режим доступа: http://ispu.ru/files/u2/book2/TD2_19-06/index.htm.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Термодинамика и теплопередача. – Электронный курс в среде LMS MOODLE. Режим доступа <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2022>.
2. Персональный сайт доцента Бычкова П.Н. на портале ТПУ, раздел «Студенту. Учебные материалы. Термодинамика и теплопередача». Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/SHARED/p/PNB/learning/Thermodynamics>

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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 313	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 332	

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:
Доцент

Бычков П.Н.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол от «01» сентября 2020 г. №29-д).

Руководитель выпускающего отделения
д.т.н, профессор



/А.Г. Горюнов/

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ (протокол)