

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 07 » 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.42 Техническая термодинамика и теплотехника
Специальность: 20.05.01 «Пожарная безопасность»

Специализация: «Пожарная безопасность химических производств»

Квалификация (степень) выпускника специалист

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 2 курс, 4 семестр

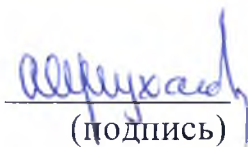
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 851 от 17.08.2015 года, по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» для набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

А.А.Мухамадиев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,
протокол № 16 от 22.06 20 19 г.

Зав. кафедрой, проф.


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ
От 21.08.2019г. № 6

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

В.Я. Базотов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета, к которому относится кафедра-разработчик
от 4.07 2019г. № 6

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» являются:

а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепловых и парогенерирующих устройств.

б) подготовка специалистов, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов

в) на базе термодинамики с привлечением аппарата некоторых других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование всех тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей внутреннего сгорания, а также всевозможного технологического оборудования, как-то: холодильных машин, сушильных, сжижительных, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к базовой части ООП и формирует у обучающихся по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» обучающийся по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика
- б) Физика

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Пожарно-техническая экспертиза и экспертиза пожаров;
- б) Пожарная безопасность технологических процессов;

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» могут быть использованы при прохождении практик производственной, преддипломной и выполнении выпускных квалификационных работ по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОК-1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ПК-39 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

ПК-41 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;

б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД

в) принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости». Принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей. Принципы регенерации и интеграции.

2) Уметь: а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладоагентов и других веществ;

б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;

в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) Владеть: а) термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии.

4. Структура и содержание дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекц ия	Семинар (Практи- ческое занятие)	Лабораторн ые работы	СРС	
1	Тема1. Основные термины и определения						Тестирование

	термодинамики.	4	1	-	-	2	
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	4	1,5	-	10	4	Лабораторные работы, тестирование, контрольные задачи
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	4	1,5	-	-	2	Тестирование, контрольные задачи
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	4	2	-	-	4	Тестирование, контрольные задачи
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом.	4	2	-	26	12	Лабораторные работы, тестирование
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	2	-	-	2	Тестирование
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	4	2	-	-	4	Тестирование
8	Тема 8. Циклы двигателей внутреннего сгорания(ДВС)	4	2	-	-	12	Тестирование, расчетно-графическая работа
9	Тема 9. Циклы паросиловых установок (ПСУ)	4	2	-	-		Тестирование
10	Тема 10. Циклы холодильных установок.	4	2	-	-		Тестирование
11	Тема 11. Расчет цикла тепловых двигателей с парообразным рабочим телом	4	-	-	-	12	Тестирование, расчетно-графическая работа
	ИТОГО		18		36	54	Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Основные термины и определения термодинамики.	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	Основные термины и определения. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Условия равновесности и обратимости. Изображение термодинамических процессов в pV -диаграмме	ОК-1
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	1,5	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии. Теплоёмкость газов.	Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Работа проталкивания. Техническая и располагаемая работа. Теплоёмкость газов Массовая, объёмная и молярная теплоёмкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоёмкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоёмкостям. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объёмными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов.	ОК-1 ПК-39 ПК-41
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	1,5	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы их анализ.	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ. Изображение в координатах pV и Ts . Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее значение политропного процесса.	ОК-1
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	2	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона	Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. (первый и второй интегралы Клаузиуса) Изменение энтропии в	ОК-1 ПК-39

			термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Формула Больцмана.	
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом.	2	Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости. Водяной пар.	Процессы парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТТСВП и диаграмм $h-s$ и $l_{qp}-h$	ОК-1 ПК-39 ПК-41
6	Тема 6. Первый закон термодинамик для потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	2	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом аппарате и диффузоре. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука.	Условие перехода через критическую скорость. Сопло Лавалья. Расчет процессов истечения реального газа с помощью $h-s$ -диаграммы. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования.	ОК-1 ПК-39 ПК-41
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	2	Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.	Полная работа, затраченная на привод компрессора. Влияние объема вредного пространства на работу компрессоров. Многоступенчатое сжатие. Изображение в $p-v$ - и $T-s$ -диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Относительный внутренний КПД компрессора.	ОК-1 ПК-41
8	Тема 8. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)	2	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы ДВС с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.	Устройство и принцип действия ДВС с изохорным, изобарным и со смешанным подводом теплоты. Термический и эксергетический КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об	ОК-1

				абсорбционных и парожеткторных холодильных установках.	
9	Тема 9. Циклы паросилов ых установок (ПСУ)	2	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина.	Устройство и принцип действия простейшей паросиловой установки (ПСУ). Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл.	ОК-1
10	Тема 10. Циклы холодильн ых установок.	2	Классификация холодильных установок. Рабочие тела.	Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожеткторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Каскадные холодильные установки.	ОК-1

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)- не предусмотрено учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» для студентов очной формы обучения в объеме 36 часов.

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка обучающимися умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Первый закон термодинамик н.	10	Измерение теплоемкости воздуха	Теплоемкость газов. Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости.	ОК-1 ПК-39 ПК-41
2	Тема 5. Реальные газы. Основные	8	Исследование процессов с влажным воздухом	Характеристики влажного воздуха. Нагревание влажного воздуха и сушка материалов с его помощью. Hd- диаграмма	ОК-1 ПК-39 ПК-41

	термодинамические процессы с реальным газом.			влажного воздуха. Процессы парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара.	
3	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом.	8	Исследование $p-v$ - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса)	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	ОК-1 ПК-39 ПК-41
4	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом.	10	Исследование кривой насыщения водяного пара	Кривая насыщения. Процессы парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Критические параметры состояния. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТТСВП. Теплота парообразования и её свойства	ОК-1 ПК-39 ПК-41

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	18	Проработка теоретического материала	ОК-1 ПК-39 ПК-41
2	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	12	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОК-1 ПК-39 ПК-41
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	12	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОК-1 ПК-39 ПК-41
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых	12	Выполнение расчетно-графического задания,	ОК-1 ПК-39

двигателей с парообразным рабочим телом»		оформление отчета	ПК-41
--	--	-------------------	-------

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФБГОУ ВО КНИТУ.

При изучении указанной дисциплины предусматривается решение задач, выполнение лабораторных и расчетно-графических работ с оформлением отчёта. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет: минимальный-60, максимальный- 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Минимально баллов	Максимально баллов
Лабораторные работы	4	32	52
Расчетно-графическая работа	2	16	26
Тест	1	3	5
Контрольные задачи	1	9	17
ИТОГО		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика : учеб. пособие / Д.Г. Амирханов [и др.]; Минобрнауки России, Казан.нац. исслед. технол. ун-т ;— Казань : Изд-во КНИТУ, 2017 .— 320 с.	130 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник Для СПО / Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В. — 4-е изд., пер. и доп. — Электрон. дан. — Москва: Юрайт, 2020. — 454 с.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ https://urait.ru/bcode/457110 Доступ с IP адресов КНИТУ
3. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т ; Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов. — Казань : КНИТУ, 2014. — 264 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ 30 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Курбангалеев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. — 60 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodinamika_MU.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ 10 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Нарышкин Д. Г. Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи: Учебное пособие. — 1.— Москва; Москва: Издательский Центр РИОР: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016.— 199 с.	ЭБС «znanium.com» http://znanium.com/go.php?id=503896 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации при изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
3. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Mathematica Standard

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Лекционные занятия:

а. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

2. Лабораторные работы:

а. лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха, исследование PV - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса), исследование кривой насыщения водяного пара.

б. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде.

в. результаты расчетов оформляются на принтере.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

а) лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

Учебным планом предусмотрено проведение занятий в интерактивной форме по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» в объеме 18 часов.