

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  
«01.07.2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине 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, 3 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации	экзамен (27)	0,75
Всего	108	3

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» на основании учебного плана для набора обучающихся 2018 года.

Разработчик программы:  
Доцент каф. ТОТ

  
И.И. Гильмутдинов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ, протокол 06.06.2019 г. № 13

Зав. кафедрой, профессор



Ф.М. Гумеров

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ  
от 21.06.2019 г. № 6

Председатель методической комиссии,  
профессор



В.Я. Базотов

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета  
от 20.06.2019 г. № 5

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теплотехника» являются

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

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 и теплопередачи с привлечением 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, сжижательных, энерготехнологических и других установок.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теплотехника» относится к базовой части ООП и формирует у специалистов по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Теплотехника» *специалист* по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;
- б) Физика.

Дисциплина «Теплотехника» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

- а) Гидравлика;
- б) Горение энергонасыщенных материалов.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теплотехника», могут быть использованы при прохождении практик и выполнении *выпускных квалификационных работ* по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ОК-1** Способностью 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 реальными газами;

б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД для анализа и синтеза.;

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

г) основные законы переноса тепла и массы при проведении эксперимента;

д) методы расчета теплообменных аппаратов при абстрактном мышлении.

2) Уметь: а) проводить анализ и синтез при определении термодинамических параметров и теплофизических свойств различных газов, водяного пара, хладоагентов и других веществ;

б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики при проведении анализа;

в) пользоваться справочной литературой, диаграммами при проведении экспериментов.

3) Владеть: а) термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии при проведении экспериментов;

б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Теплотехника»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/ п	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Виды учебной работы (в часах)</b>				<b>Оценочные средства для проведения промежу- точной атте- стации по разделам</b>
			Лек- ция	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	СРС	
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	3	1			2	Контрольные задачи
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	3	1,5		4	2	Лабораторная работа
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	3	1,5			2	Контрольные задачи, Лабораторная работа
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	3	2			2	Контрольные задачи
5	Тема 5. Реальные газы.	3	2		5	5	Лабораторная работа
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	3	2		5	4	Контрольные задачи, Лабораторная работа
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный тепломассо-обмен.	3	2			2	Контрольные задачи, Лабораторная работа
8	Тема 8. Теория подобия для расчета процессов переноса.	3	2			12	Контрольные задачи, Расчетно-графическая работа
9	Тема 9. Теплообмен излучением.	3	1		4	2	Контрольные задачи, Лабораторная работа
10	Тема 10. Теплообменные аппараты.	3	3			12	Контрольные задачи, Тестирование
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>	-	<b>18</b>	<b>45</b>	<b>Экзамен , 27</b>

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

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Тема лекционного занятия</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Изображение термодинамических процессов в PV-диаграмме	ОК-1, ПК-39, ПК-41
2	Тема 2. Первый закон термодинамики.	1,5	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энталпии.	Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Работа проталкивания. Техническая и располагаемая работа. 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. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными 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 и адиабатный процессы их анализ.	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ. Изображение в координатах Pv и TS. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее	ОК-1, ПК-39, ПК-41

				значение политропного процесса.	
4	Тема 4. Второй закон термодинамики.	2	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. (первый и второй интегралы Клаузиуса) Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Формула Больцмана Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический к.п.д	ОК-1
5	Тема 5. Реальные газы.	2	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы TCBP и диаграмм $hs$ и $lqp-h$	ОК-1, ПК-39, ПК-41
6	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвективного переноса.	2	Основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвективным теплообменом, тепловым излучением.	Дифференциальные уравнения переноса теплоты и массы. Теория конвективного переноса. Ламинарное и турбулентное течение.	ОК-1, ПК-39, ПК-41
7	Тема 7. Стационарная теплопроводность и теплопередача в твердых телах. Конвективный тепломассообмен.	2	Теплообмен через оребренные поверхности. Нестационарный теплообмен.	Теплопроводность плоской однослойной и многослойной стенки, однослойной и многослойной цилиндрической стенки. Конвективный тепломассообмен: при внешнем обтекании тел; при внутреннем течении в трубах и каналах; при сво-	ОК-1, ПК-39, ПК-41

				бодной конвекции; при кипении.	
8	Тема 8. Теория подобия для расчета процессов переноса.	2	Критериальные уравнения. Уравнения пограничного слоя.	Теоремы подобия. Дифференциальное уравнение движения для двух подобных процессов в относительных величинах. Метод масштабных преобразований	ОК-1, ПК-39, ПК-41
9	Тема 9. Теплообмен излучением.	1	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплообмен	ОК-1, ПК-39, ПК-41
10	Тема 10. Теплообменные аппараты.	3	Теплообменные аппараты. Теплопередача в рекуперативных и регенеративных теплообменниках.	Элементы классификации теплообменных аппаратов, основы расчета. Средний логарифмический температурный напор.	ОК-1, ПК-39, ПК-41

##### 5. Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

##### 7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Теплотехника» для студентов очной формы обучения в объеме 18 часов.

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Первый закон термодинамики	4	Исследование процессов с влажным воздухом. Измерение теплоемкости воздуха	Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара.	ОК-1, ПК-39, ПК-41
2	Тема 5. Реальные газы..	5	Исследование pv-диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса) Исследование кривой	Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от тем-	ОК-1, ПК-39, ПК-41

			насыщения	пературы. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям.	
3	Тема 6. Виды теплообмена. Теория конвектививного переноса.	5	Исследование теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании воздухом нагретой одиночной трубы	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Пограничный слой.	ОК-1, ПК-39, ПК-41
4	Тема 9. Теплообмен излучением.	4	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглащающая, отражательная и пропускающая способность тел.	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 специалиста

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	5	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка расчетно-графической работы. Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольным задачам. Подготовка к экзаменам.	ОК-1, ПК-39, ПК-41
2	Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов	8	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка расчетно-графической работы. Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольным задачам. Подготовка к экзаменам.	ОК-1, ПК-39, ПК-41
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	16	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка расчетно-графической работы. Под-	ОК-1, ПК-39, ПК-41

			готовка к тестированию. Подготовка к контрольным задачам. Подготовка к экзаменам.	
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет теплообменного аппарата и тепловой изоляции»	16	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка расчетно-графической работы. Подготовка к тестированию. Подготовка к контрольным задачам. Подготовка к экзаменам.	ОК-1, ПК-39, ПК-41

### ***9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.***

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «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 бально-рейтинговой системе.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является экзамен, поэтому минимальный текущий рейтинг – 60, максимальный - 100 баллов.

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Минимально баллов</b>	<b>Максимально баллов</b>
Лабораторная работа	4	12	24
Расчетно-графическая работа	1	12	18
Тестирование	1	3	5
Контрольные задачи	2	9	13
Экзамен	1	24	40
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### ***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 «Теплотехника»**

### **11.1 Основная литература**

При изучении дисциплины «*Теплотехника*» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
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. Шилова С.В. Химическая термодинамика [Электронный ресурс] : метод. руководство к практ. занятиям / Казан. гос. технол. ун-т ; С.В. Шилова [и др.] .— Казань : КНИТУ, 2009 .— 116 с. : табл.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodynamika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodynamika.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ 12 экз. в УНИЦ
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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tehnicheskaya-termodynamika_MU.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tehnicheskaya-termodynamika_MU.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ 30 экз. в УНИЦ

### **11.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Курбангалиев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалиев, А.А. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2014 .— 60 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tehnicheskaya-termodynamika_MU.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tehnicheskaya-termodynamika_MU.pdf</a> Доступ с IP адресов КНИТУ 10 экз. в УНИЦ
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» <a href="http://znanium.com/go.php?id=503896">http://znanium.com/go.php?id=503896</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

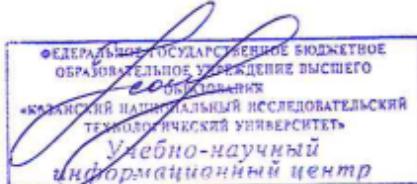
### **11.3 Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «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](http://www.znanium.com)

**Согласовано:**

Зав. сектором ОКУФ



## **11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Базы данных

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

**Лабораторные работы:**

- лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха;
- лаборатория А-37 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование теплоотдачи при вынужденном поперечном омывании воздухом нагретой одиночной трубы, определение степени черноты металлов;
- лаборатория А-35 (компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами;
- шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде;
- результаты расчетов оформляются на принтере.

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «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

Научное ПО PTC Mathcad Education University Edition

Научное ПО Mathematica Professional Version Educational

### **13. Образовательные технологии**

В процессе освоения дисциплины «Теплотехнологические комплексы и безотходные системы» используются следующие образовательные технологии:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- разработка проекта (метод проектов);
- системы дистанционного обучения;

#### *13. Образовательные технологии*

Интерактивная форма обучения по дисциплине не предусмотрена. Лекционные занятия могут проводиться при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.

При защите лабораторных работ интерактивной формой может являться дискуссия.