

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
Д.Ш. Султанова  
«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Профиль:	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт нефти, химии и нанотехнологии
Факультет:	Факультет нефти и нефтехимии
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Теоретических основ теплотехники»
Курс; семестр	2; 5, 6

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	4	0,11
Лабораторная работа	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	4	0,11
Самостоятельная работа	92	2,56
Форма аттестации: Зачет (6 сем), Контрольная работа (6 сем)	4	0,11
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 922 от 07.08.2020) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.Р. Габитова

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Теоретических основ теплотехники», протокол от 21.05.2021 г. № 14.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Ф.М. Гумеров

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **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, 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 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 обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» обучающийся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Физика

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

1. Моделирование химико-технологических процессов
2. Процессы и аппараты химической технологии

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

**ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности**

ОПК-2.1. Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы термодинамики

ОПК-2.2. Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента

ОПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей, проведения дисперсного анализа и синтеза, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики

**ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья**

ОПК-4.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2. Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов

## В результате освоения дисциплины обучающийся должен

### Знать:

- закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;
- принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости»; принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей; принципы регенерации и интеграции.

### Уметь:

- выполнять моделирующие расчеты и энерготехнологическую оптимизацию теплотехнологического оборудования с использованием современного программного обеспечения.
- определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

### Владеть:

- навыками рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере.
- термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные понятия и определения термодинамики	5	0,6				2	Контрольная работа
2.	Первый закон термодинамики.	5	0,4				2	
3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	5	0,6				2	
4.	Второй закон	5	0,4				1	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации	
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	термодинамики								
	<b>Итого по семестру</b>	<b>5</b>	<b>2</b>				<b>7</b>		
1.	Реальные газы	6	0,2				0,5	10	Лабораторная работа
2.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	6	0,2				0,5	10	Контрольная работа; Тест
3.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	6	0,4				0,5	14	
4.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	6	0,4			2	1	18	Расчетно-графическая работа
5.	Циклы паросиловых установок	6	0,4			2	0,5	18	
6.	Циклы холодильных установок	6	0,4				1	15	Тест
	<b>Итого по семестру</b>	<b>6</b>	<b>2</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>85</b>	<b>Зачет, Контрольная работа</b>

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия и определения термодинамики	0,6	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	ОПК-2.1 ОПК-4.1
2.	Первый закон термодинамики.	0,4	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии.	ОПК-2.2 ОПК-4.2
3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	0,6	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
4.	Второй закон термодинамики	0,4	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
5.	Реальные газы	0,2	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
6.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,2	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом и	ОПК-2.1 ОПК-2.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			диффузорном течении газа. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений.	
7.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,4	Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.	ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	0,4	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в P <sub>v</sub> - и TS- диаграммах.	ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Циклы паросиловых установок	0,4	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в P <sub>v</sub> , TS и HS диаграммах.	ОПК-2.2 ОПК-4.1
10.	Циклы холодильных установок	0,4	Классификация холодильных установок. Рабочие тела.	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>		

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	2	Измерение теплоемкости воздуха	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
2.	Циклы паросиловых установок	2	Исследование кривой насыщения водяного пара	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основы термодинамики	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.2 ОПК-4.2
2.	Первый закон термодинамики	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
3.	Термодинамические процессы	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
4.	Второй закон термодинамики	1	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-4.3
5.	Исследование кривой насыщения водяного пара	10	подготовка к лабораторной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
6.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров	10	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.2 ОПК-4.2
7.	Термодинамический анализ	14	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Измерение теплоёмкости воздуха	10	подготовка к лабораторной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	8	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	18	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11.	Основы технической термодинамики	15	подготовка к тестированию	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>92</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Исследование кривой насыщения водяного пара	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
2.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-2.2 ОПК-4.2
3.	Термодинамический анализ процессов	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
4.	Измерение теплоёмкости воздуха	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
				ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
5.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	0,5	проверка расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	0,5	проверка расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Основы технической термодинамики	1	проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используется рейтинговая система. 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» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
<b>6-й семестр</b>			
Лабораторная работа	2	32	50
Расчетно-графическая работа	2	16	26
Контрольная работа	1	4	6
Тест	1	8	18
<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 и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

### 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

#### 11.1. Основная литература

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

Основные источники информации	Количество экземпляров
Г. В. Белов, Техническая термодинамика [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/451532">https://urait.ru/bcode/451532</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов, М.С. Курбангалеев [и др.], Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	130 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Н. М. Цирельман, Техническая термодинамика [Электронный ресурс] учебное пособие:	<a href="https://e.lanbook.com/book/107965">https://e.lanbook.com/book/107965</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

**11.2. Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, Техническая термодинамика и теплопередача [Прочее] Учебник Для СПО: Москва : Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/457110">https://urait.ru/bcode/457110</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
В.В. Нащокин, Техническая термодинамика и теплопередача [Учебник] учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов: М. : Аз-book, 2008	987 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Р.Д. Амирханов, Д.Г. Амирханов, Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2014	30 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Д.Г. Нарышкин, Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи [Прочее] Учебное пособие: Москва : Издательский Центр РИОР; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016	<a href="http://znanium.com/go.php?id=503896">http://znanium.com/go.php?id=503896</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

**11.3. Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

**УНИЦ**  
*Согласовано*

**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**

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: АBBYY 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,  
с. 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**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» составляет 3 ч.

В процессе освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения.