

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО КНИТУ  
Г.М. Рахимова  
« 21 » нояб 2019 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.10 Техническая термодинамика и теплотехника  
Направление подготовки(специальности) 18.03.01 «Химическая технология»  
(шифр)(наименование)  
Профиль (специализация) подготовки Химическая технология природных  
энергонасителей и углеродных материалов  
Квалификация выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения заочная  
Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО КНИТУ  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО  
Курс, семестр 3 курс, 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	8	0,22
Лабораторные занятия	18	0,50
Самостоятельная работа	78	2,16
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

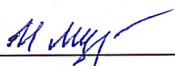
Бугульма, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 г. по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Зав. кафедрой ТМО

(должность)

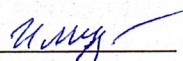
  
(подпись)

И.А. Мутугуллина

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО  
протокол от 31.05.2019 г. № 10

Зав. кафедрой

  
(подпись)

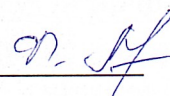
И.А. Мутугуллина

(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 27.05.2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

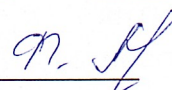
Ф.К. Ахмедзянова

(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, к которому относится кафедра-разработчик РП от 27.05.2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

Ф.К. Ахмедзянова

(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, 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 обязательным дисциплинам *вариативной* части образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

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

- а) *Математика*
- б) *Информатика*
- в) *Физика*
- г) *Общая и неорганическая химия*
- д) *Органическая химия*
- е) *Физическая химия*
- ж) *Аналитическая химия и физико-химические методы анализа*
- з) *Коллоидная химия*
- и) *Электротехника и промышленная электроника*
- к) *Дополнительные главы неорганической химии. Химия элементов*
- л) *Дополнительные главы органической химии*
- м) *Дополнительные главы физики*



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

- а) *Технология переработки нефти и газа*
- б) *Химическая технология производства топлив*
- в) *Химическая технология производства масел и смазочных материалов*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики (в том числе научно-исследовательская работа), выполнении и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

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

*ОПК-1* способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

*ОПК-2* готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;

*ПК-11* способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**1) Знать:**

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

**2) Уметь:**

а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;

в) пользоваться термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии.

**3) Владеть:**

а) принципами оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости».

б) принципами, связанными с входом и выходом энергоносителей;

в) принципами регенерации и интеграцию.



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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Основные понятия и определения термодинамики	6	1			12	<i>Расчетная работа</i>
2	Первый закон термодинамики.	6	1		6	8	<i>Защита лабораторной работы.</i>
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	6	1			8	<i>Тест</i>
4	Второй закон термодинамики	6	1		6	8	<i>Защита лабораторной работы</i>
5	Реальные газы	6	1		6	12	<i>Защита лабораторной работы</i>
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	6	1			8	<i>Контрольная работа</i>
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	6	1			8	<i>Расчетная работа</i>
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	6	0,5			8	<i>Опрос на лекции</i>
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	6	0,5			6	<i>Контрольная работа</i>
Форма аттестации							Зачет

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	1	Предмет термодинамики	Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Теплоемкость.	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>



2	Первый закон термодинамики.	1	Первый закон термодинамики	Формулировки первого закона термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы. Уравнение первого закона термодинамики для потока	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	1	Основные термодинамические процессы	Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Изотермический процесс. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Адиабатный процесс. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического изобарного, изохорного и адиабатного процессов. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса.	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>
4	Второй закон термодинамики	1	Второй закон термодинамики	Положение второго закона термодинамики. Циклы прямые и обратные. Цикл Карно. Теорема Карно. Интеграл Клаузиуса. Энтропия, термодинамическое тождество. Энтропия и термодинамическая вероятность. Физический смысл энтропии. $T - S$ диаграмма. Изображение на $TS$ -диаграмме основных процессов. $TS$ - диаграмма для идеального газа. Цикл Карно на $TS$ - диаграмме	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>
5	Реальные газы	1	Реальные газы и пары	Понятие о фазовом переходе. Уравнение состояния реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса). Вириальные уравнения состояния реальных газов. Парообразование при постоянном давлении. Тройная точка. Фазовые переходы. Таблица термодинамических свойств веществ.	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	1	Термодинамика потока. Течение газов	Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при наличии	<i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i>



				трения	
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	1	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод компрессора. Действительный компрессор. Многоступенчатый компрессор	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	0,5	Термодинамические циклы	Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания. Цикл ГТУ с использованием теплоты реакций химических процессов. Изображение цикла в PV- и TS-диаграммах.	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	0,5	Термодинамические циклы	Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на к.п.д. цикла. Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках. Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин: воздушная холодильная машина, парокомпрессорная холодильная машина.	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11

**6. Содержание семинарских, практических занятий (не предусмотрены учебным планом)**

**7. Лабораторные занятия**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Первый закон термодинамики.	6	Определение отклонения теплоемкости воздуха	Для изучения термодинамических процессов, в которых рабочим телом является воздух. Для определения коэффициента Пуассона используется метод Клемана-Дезорма. В установке обеспечена возможность применения двух методов.	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
2	Второй закон термодинамики	6	Определение удельной теплоемкости воздуха	Для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. В работе измеряется электрическая мощность, подводимая к нагревателю проточной части калориметра, температура	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11



				воздуха на входе и выходе калориметра, объемный расход воздуха.	
3	Реальные газы	6	Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе	Для изучения процесса сушки хлопчатобумажной ткани в теплоизолированном сосуде (сушильной камере) горячим потоком воздуха измеряется объемный расход воздуха в калорифер. Измеряется влажность воздуха на входе и выходе сушильной камеры. Измеряется температура воздуха на входе.	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Условия, при которых система будет находиться в состоянии равновесия	12	Расчетная работа по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
2	Теплоемкость тела. Удельная теплоемкость. Формула Майера	8	Отчет о выполнении лабораторной работы	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
3	Энтальпия.	8	Тестирование	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
4	Политропный процесс	8	Отчет о выполнении лабораторной работы	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
5	Понятие энтропии	12	Отчет о выполнении лабораторной работы.	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
6	Цикл воздушной холодильной установки	8	Контрольная работа	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
7	Уравнение адиабатного течения. Истечение газов из сопел.	8	Расчетная работа по теме «Газовые смеси»	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
8	Цикл ГТУ	8	Опрос на лекции	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11
9	Изменение эксергии в закрытой термодинамической системе, в стационарно-поточном процессе, круговом процессе.	6	Опрос на лекции	ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» предусматривается зачет, лабораторные работы, выполнение контрольной работы. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).



<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>26</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>3</i>	<i>15</i>	<i>24</i>
<i>Расчетная работа</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>14</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>16</i>
<i>Письменный опрос</i>	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
<i>Зачет</i>			
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Итоговая контрольная точка – зачет. В этом случае рейтинг по дисциплине  $R_{\text{дис}}$  совпадает с  $R_{\text{тек}}$ . Предмет считается усвоенным и проставляется отметка о зачете, если студентом выполнены все текущие контрольные точки и сумма баллов, набранных за текущую работу в семестре, не менее 60.

## **10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

### **10.1 Основная литература**

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и 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: учебное пособие /Д. Г. Амирханов, Р. Д. Амирханов; М-во образ. и науки России, Казан. нац. ис- след. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 264 с.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf</a> Доступ с IP адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Барилевич, В.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: учебное пособие/ В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 432с. (Высшее образование.Бакалавриат)	ЭБС «ZNANIUM.COM» <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=356818">http://znanium.com/bookread2.php?book=356818</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### **10.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Зеленцов, Д.В. Техническая термодинамика: учебное пособие / Д.В. Зеленцов. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. - 140 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=143845">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=143845</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Козырев, А.В. Термодинамика и молекулярная физика: учебное пособие / А.В. Козырев. - Томск: Томский государственный	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»



университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 113 с.	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=208984">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=208984</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3. Курбангалеев, А. А. Техническая термодинамика: методические указания к лабораторным работам/ сост.: М. С. Курбангалеев, А. А. Мухамадиев, И. Х. Хайруллин; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исследтехнол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 60 с.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodinamika_MU.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodinamika_MU.pdf</a> Доступ с IP адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
4. Мутугуллина, И. А. Практические занятия по технической термодинамике: методические указания / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2014. - 24 с.	26

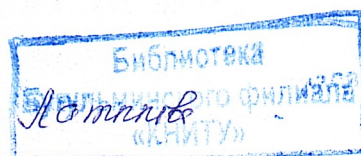
### 10.3 Электронные источники информации

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

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ZnaniUM.COM» - режим доступа: <http://znanium.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
4. Электронный ресурс «Физическая энциклопедия». Форма доступа - [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/4051.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/4051.html)
5. Электронный ресурс «Наука и техника». Форма доступа – [http://encyclopaedia.big.ru/enc/science\\_and\\_technology/TERMODINAMIKA.html](http://encyclopaedia.big.ru/enc/science_and_technology/TERMODINAMIKA.html)
6. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>

Согласовано:

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

### 11. Оценочные средства для определения результатов 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.

### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

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 PC AT 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.

### **1. Лекционные занятия:**

а) комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

### **2. Лаборатория термодинамики и теплообмена:**

- персональный компьютер (1);
- учебные столы, стулья;
- доска;
- стол преподавателя;
- учебно – наглядные пособия;
- установка для изучения термодинамических процессов во влажном воздухе, установка для определения удельной теплоемкости воздуха, установка для определения отклонения теплоемкости воздуха.

### ***13. Образовательные технологии***

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия. Один из видов самостоятельной практической работы обучающихся, на котором путем проведения экспериментов происходит углубление и закрепление теоретических знаний в интересах профессиональной подготовки.

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).



## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»  
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование  
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО
		нет	Нет/есть*			