

Министерство науки и высшего образования 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  
Р.Ф. Хамидуллин  
« 22 » 04 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Термодинамика

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль/специализация Оборудование нефтегазопереработки

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения заочная

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО

Курс, семестр 2 курс, 4 семестр

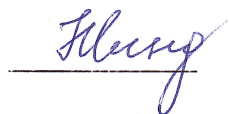
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	6	0,2
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	6	0,2
КСР	4	0,1
Самостоятельная работа	117	3,4
Форма аттестации	зачет с оценкой 4	0,1
Всего	144	4

Бугульма, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 728 от 09 августа 2021 г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:

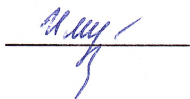
Доцент кафедры ТМО



Н.И. Миндиярова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 22.04 № 8

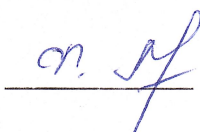
Зав. кафедрой ТМО



И.А. Мутугуллина

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМО, доцент



Ф.К. Ахмедзянова



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Термодинамика» являются:

а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты на основании законов термодинамики; о теории тепловых двигателей, холодильных машин и паросиловых установок; принципах их действия;

б) подготовка специалистов, умеющих определять изменения параметров рабочего тела в различных термодинамических процессах; вычислять теплоту и работу в различных термодинамических процессах;

в) подготовка специалистов, умеющих оценивать эффективность работы машин и установок при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификации и оптимизации современных энерготехнологических процессов.

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

Дисциплина «Термодинамика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Термодинамика» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.О.14 «Физика»,

б) Б1.О.15 «Химия»,

в) Б1.О.19 «Теоретическая механика».

Дисциплина «Термодинамика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.05 «Теплообмен»;

б) Б1.В.07 «Процессы и аппараты химических технологий».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Термодинамика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

1. ПК-1. Способен проводить анализ современных проектных решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.1. Знает основные процессы, протекающие в оборудовании, их конструкций; методы обработки информации и анализа данных при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.2. Умеет разбивать конструкции на узлы, сборочные единицы и детали, устанавливать их взаимодействие и влияние на технологический процесс

ПК-1.3. Владеет навыками анализа конструкторских решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

2. ПК-4. Способен разрабатывать способы планирования и внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

ПК-4.1. Знает основные тенденции модернизации оборудования и технологии нефтегазопереработки

ПК-4.2. Умеет разрабатывать способы внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

ПК-4.3. Владеет навыками по внедрению новой техники и технологии нефтегазопереработки

*В результате освоения дисциплины обучающийся должен:*

1) Знать:

а) основные законы и фундаментальные принципы термодинамики;



- б) формулировки и аналитические выражения первого и второго законов термодинамики;
- в) термический к.п.д. и холодильный коэффициент;
- г) особенности поведения реальных газов, уравнения состояния идеальных и реальных газов;
- д) поведение газов в поточных системах;
- е) основные методы экспериментальных исследований теплофизических свойств веществ;
- ж) схемы и циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС); паросиловых установок (ПСУ), холодильных машин (ХМ), методы повышения их экономичности;
- з) схемы и циклы газотурбинной (ГТУ) и паротурбинной (ПТУ) установок;
- и) свойства источников энергии при их выборе для осуществления заданного тепло-технологического процесса;

**2. Уметь:**

- а) вычислять изменение параметров в различных термодинамических процессах с идеальными и реальными газами;
- б) вычислять теплоту и работу в различных термодинамических процессах с идеальными и реальными газами;
- в) рассчитывать параметры в результате дросселирования и смешения потоков идеальных и реальных газов;
- г) рассчитывать и осуществлять анализ экономичности прямых и обратных циклов;
- д) оценивать эффективность работы тепловых машин и установок;
- е) проводить термодинамические расчеты и составлять отчеты по выполненному заданию;
- ж) пользоваться справочными материалами, диаграммами.

**4. Структура и содержание дисциплины «Термодинамика»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	4	0,5			0,5	15	Расчетная работа
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	4	0,5		2	0,5	15	Лабораторная работа
3	Первый закон термодинамики.	4	1			0,5	19	Тестирование
4	Термодинамические процессы.	4	1		2	0,5	15	Лабораторная работа
5	Второй закон термодинамики	4	1		2	0,5	15	Лабораторная работа
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок	4	1			0,5	15	Тестирование



7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	4	0,5			0,5	15	Расчетная работа
8	Эксергия, экзергетический КПД.		0,5			0,5	15	Коллоквиум. Итоговое тестирование
<b>ИТОГО</b>			<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>124</b>	
Форма аттестации				Зачет с оценкой (4 часа)				

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

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	0,5	Предмет термодинамики	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	0,5	Термодинамическая система и ее состояние	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Первый закон термодинамики.	1	Первый закон термодинамики	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Термодинамические процессы.	1	Основные термодинамические процессы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Второй закон термодинамики	1	Второй закон термодинамики	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок.	1	Термодинамические циклы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Реальные газы и пары	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Эксергия, эксергетический КПД.	0,5	Понятие об эксергии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

**6. Содержание практических занятий**

Не предусмотрены учебным планом

**7. Содержание лабораторных занятий**

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта прикладных исследований в области термодинамики и теплопередачи.

Таблица 3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи	2	Определение отклонения	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3



	энергии.		теплоемкости воздуха	
2	Второй закон термодинамики	2	Определение удельной теплоемкости воздуха	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Термодинамические процессы	2	Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

*Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории 321 кафедры ТМО с использованием специального лабораторного оборудования.*

### 8. Самостоятельная работа

Таблица 4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	15	Проработка материала, выполнение расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	15	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Первый закон термодинамики.	19	Проработка материала, подготовка к тестированию	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Термодинамические процессы.	15	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Второй закон термодинамики	15	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок	15	Проработка материала. Подготовка к тестированию	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	15	Подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Эксергия, эксергетический КПД.	15	Проработка материала, подготовка к коллоквиуму и итоговому тестированию	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

Таблица 5

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	0,5	Прием расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3



2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Первый закон термодинамики.	0,5	Проверка результатов тестирования	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Термодинамические процессы.	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Второй закон термодинамики	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок	0,5		ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Прием расчетной работы по теме «Газовые смеси»	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Эксергия, эксергетический КПД.	0,5	Проверка результатов итогового тестирования	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

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

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Термодинамика» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 4-ый семестр завершается проставлением зачета с оценкой соответствующего ей числа баллов до зачета (36÷60), на зачете (24÷40), общее число баллов (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл).

При изучении дисциплины предусматривается зачет соценкой, выполнение и защита лабораторных работ, расчетные работы, тестирование, коллоквиум, итоговое тестирование. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	3	15	24
Расчетная работа	2	10	16
Тестирование	2	10	16
Собеседование	1	1	4
ЗаО	1	24	40
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**



### 11.1 Основная литература

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 264 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05093-6	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <a href="https://urait.ru/bcode/490729">https://urait.ru/bcode/490729</a>
2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05094-3	Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <a href="https://urait.ru/bcode/490731">https://urait.ru/bcode/490731</a>
3. Мутугуллина, И. А. Техническая термодинамика. Курс лекция: учебное пособие / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2017. - 127 с	30
4 Мутугуллина, И. А. Техническая термодинамика. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2020. - 30 с	30

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

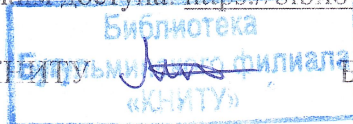
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Белов, Г. В. Техническая термодинамика : учебное пособие для вузов / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05091-2.	ЭБС Юрайт. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/451532">https://urait.ru/bcode/451532</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 248 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3.	Электронная библиотека «Юрайт». <a href="http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F">http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F</a> . Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ «КНИТУ»
3. Мутугуллина, И. А. Практические занятия по технической термодинамике: методические указания / И. А. Мутугуллина. - Казань: РИЦ Школа, 2014. - 24 с.	26

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Термодинамика» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» - режим доступа: <http://znanium.com/>
2. Электронный ресурс «Физическая энциклопедия». Форма доступа - [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/4051.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/4051.html)
3. 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)
4. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>
5. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

Согласовано: Библиотека БФ ФГБОУ ВО КНИТУ филиала Боговик А.С.





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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;
2. Доска;
3. Стол преподавателя;
4. Компьютерные столы, стулья;

Техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ);
2. Сеть Интернет;
3. Мультимедиа-проектор.
4. Установка для изучения термодинамических процессов во влажном воздухе
5. Установка для определения удельной теплоемкости воздуха
6. Установка для определения отклонения теплоемкости воздуха.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер;
2. Столы компьютерные;
3. Учебные столы, стулья.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Термодинамика»:

MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;

MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

Операционные системы, установленные на компьютерах;

Командная строка операционной системы.

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

- Лекции с разбором конкретных ситуаций, с заранее запланированными ошибками.

При чтении лекций используется мультимедиа-проектор.

- Лабораторные занятия (расчетные работы).

- При организации самостоятельной работы используется самообучение

(индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, практикумам).

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика»

по направлению 15.03.01 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Оборудование нефтегазопереработки»

для набора обучающихся 2023 года

пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование

№ 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