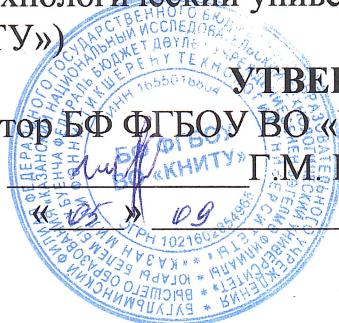


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.Б 22 «Термодинамика»**

Направление подготовки **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

Профиль подготовки **«Оборудование нефтегазопереработки»**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **заочная**

Кафедра-разработчик рабочей программы **ТМО**

Курс, семестр **3 курс, 5 семестр**

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	6	0,1
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	8	0,3
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	зачет (4)	0,1
Всего	108	3

Бугульма, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №1170 от 20 октября 2015г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Зав. кафедрой ТМО

И.А. Мутугуллина

И.А. Мутугуллина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО протокол от 31.05. 2019г. № 10

Зав. кафедрой ТМО

И.А. Мутугуллина

И.А. Мутугуллина

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 31.05 2019г. № 8

Председатель комиссии, доцент

Ф.К. Ахмедзянова

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 базовой части ООП 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.Б.6 «Физика»,

б) Б1.Б.7 «Химия»,

в) Б1.Б.10 «Теоретическая механика».

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

а) Б1.В.ОД.10 «Теплообмен»;

б) Б1.В.ОД.11 «Процессы и аппараты химических технологий»;

в) Б1.В.ОД.14 «Интенсификация тепломассообменного оборудования».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Термодинамика» могут быть использованы при прохождении *Производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Преддипломной практики* и выполнении и *Защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.*

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ПК-2) умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

2. (ПК-3) способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.

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 теплотехнологического 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 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	5	0,5			11	Расчетная работа
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	5	0,5		2	11	Лабораторная работа
3	Первый закон термодинамики.	5	0,5			11	Тестирование
4	Термодинамические процессы.	5	0,5		3	11	Лабораторная работа
5	Второй закон термодинамики	5	1		3	11	Лабораторная работа
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок	5	1			11	Контрольная работа
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	5	1			12	Расчетная работа
8	Эксергия, эксергетический КПД.	5	1			12	Коллоквиум, итоговое тестирование
ИТОГО			6		8	90	
Форма аттестации							Зачет (4 часа)

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее	0,5	Предмет термодинамики	Основные параметры состояния тела. Понятие о	ПК-2, ПК-3

	методы.			термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие	
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	0,5	Термодинамическая система и ее состояние	Термические уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Закон Дальтона. Массовая доля. Молярная доля. Объемная доля. Связь между долями. Энергия. Работа и теплота. Энтальпия. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газовой смеси	ПК-2, ПК-3
3	Первый закон термодинамики.	0,5	Первый закон термодинамики	Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы. Уравнение первого закона термодинамики для потока	ПК-2, ПК-3
4	Термодинамические процессы.	0,5	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.	ПК-2, ПК-3
5	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	ПК-2, ПК-3
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический	1	Термодинамические циклы	Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего	ПК-2, ПК-3

	КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых установок..			сгорания. Цикл ГТУ с использованием теплоты реакций химических процессов. Изображение цикла в PV- и TS-диаграммах. 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, паро-компрессорная холодильная машина. Характеристика холодильных агентов, применяемых в паровых холодильных установках	
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	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.	ПК-2, ПК- 3
8	Эксергия, эксергетический КПД.	1	Понятие об эксергии	Виды эксергии. Расчет эксергии, эксергетических потерь и эксергетического КПД.	ПК-2, ПК- 3

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
-------	-------------------	------	----------------------------------	--------------------	-------------------------

1	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	2	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.	ПК-2, ПК-3
2	Второй закон термодинамики	3	Определение удельной теплоемкости воздуха	Для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. В работе измеряется электрическая мощность, подводимая к нагревателю проточной части калориметра, температура воздуха на входе и выходе калориметра, объемный расход воздуха.	ПК-2, ПК-3
3	Термодинамические процессы	3	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.	ПК-2, ПК-3

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

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее методы.	11	Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ПК-2, ПК-3
2	Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии.	11	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-2, ПК-3
3	Первый закон термодинамики.	11	Проработка материала, подготовка к тестированию	ПК-2, ПК-3
4	Термодинамические процессы.	11	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-2, ПК-3
5	Второй закон термодинамики	11	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ПК-2, ПК-3
6	Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы реальных тепловых и холодильных машин. Циклы паросиловых	11	Проработка материала. Подготовка к контрольной работе	ПК-2, ПК-3

	установок			
7	Термодинамика потока. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	12	Подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»	ПК-2, ПК-3
8	Эксергия, эксергетический КПД.	12	Проработка материала, подготовка к коллоквиуму и итоговому тестированию	ПК-2, ПК-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. 5-ый семестр завершается проставлением зачета и соответствующего ему числа баллов (60÷100).

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение и защита лабораторных работ, расчетные работы, контрольная работа, тестирование, коллоквиум. 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	16	28
Контрольная работа	1	5	8
Коллоквиум	1	5	8
Тестирование	2	19	32
Зачет			
Итого		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
1.Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 308 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01738-0.	Электронная библиотека «Юрайт». http://www.biblio-online.ru/book/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC . Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров 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» http://znanium.com/bookread2.php?book=356818 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:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1.Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 264 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05093-6.	Электронная библиотека «Юрайт». http://www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC . 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». http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F . Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3. Молекулярная физика и термодинамика / Л.Г. Малышев, К.А. Шумихина, А.В. Мелких, А.А. Повзнер ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 85 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1113-2 ; То же [Электронный ресурс].	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275941 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров 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 «Термодинамика» 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
5. Электронный ресурс «Наука и техника». Форма доступа – http://encyclopaedia.big.ru/enc/science_and_technology/TERMODINAMIKA.html
6. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>
7. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

Согласовано: Библиотекарь БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  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 (модуля).

Для реализации учебного процесса по дисциплине Термодинамика требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения
1-8	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К, 104)	-мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.

	<p>Лаборатория термодинамики и теплообмена (К, 212)</p>	<p>- 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</p>
	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К, 318)</p>	<p>- персональный компьютер (1); - учебные столы, стулья.</p>
	<p>Помещение для самостоятельной работы обучающегося (К, 210)</p>	<p>- персональный компьютер (4); - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.</p>

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.

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 «Термодинамика»

(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры ТМО

№ п/п	Дата переутверж дения РП (протокол заседания кафедры №__ от __ . __ 20 __)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО
		нет	нет			

