

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
 09 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Техническая термодинамика и теплотехника
 Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология
 Профиль/специализация Химическая технология природных энергоносителей
 и углеродных материалов
 Квалификация выпускника БАКАЛАВР
 Форма обучения очная/заочная
 Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
 Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО
 Курс, семестр очная форма 2 курс, 4 семестр
 Курс, семестр заочная форма 2 курс, 4 семестр


	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	4	0,1
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5	4	0,1
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	4	0,1
Самостоятельная работа	54	1,5	92	2,6
Форма аттестации	Зачет	-	Зачет (4)	0,1
Всего	108	3	108	3

Бугульма, 2021 г

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 922 от 07.08.2020 г. по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», на основании учебного плана набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

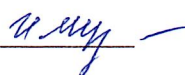
Доцент



И.А. Мутугуллина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 01.09.2021 г. № 1

Зав. кафедрой ТМО, доцент



И.А. Мутугуллина

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 01.09 2021г. № 1

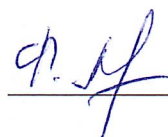
Зав. кафедрой ХТОМ, профессор



Р.Ф. Хамидуллин

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМО, доцент



Ф.К. Ахмедзянова

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, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к обязательной части ОП 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) Физика;
- б) Математика;
- в) Информационные технологии;
- г) Общая и неорганическая химия.

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

- а) Процессы аппарат химической технологии;
- б) Общая химическая технология.

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

3. Компетенции и индикаторы достижения 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:

1) Знать:

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

б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД;

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

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.

г) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) Владеть:

а) методиками расчетов термодинамических характеристик.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной 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	Основные понятия и определения термодинамики	4	2	-	-	2	6	Расчетная работа
2	Первый закон термодинамики.	4	2	-	6	2	6	Защита лабораторной работы. Тестирование
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	4	2	-	-	2	6	Тестирование
4	Второй закон термодинамики	4	2	-	6	2	6	Защита лабораторной работы. Тестирование
5	Реальные газы	4	2	-	6	2	6	Защита лабораторной работы
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	2	-	-	2	6	Контрольная работа
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	4	2	-	-	2	6	Расчетная работа
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и	4	2	-	-	2	6	Опрос на лекции

	газотурбинных установок (ГТУ).							
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	4	2	-	-	2	6	Итоговое тестирование
ИТОГО			18	-	18	18	54	
Форма аттестации					Зачет			

Таблица 16

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	Основные понятия и определения термодинамики	4	0,5	-	-	0,5	11	Расчетная работа
2	Первый закон термодинамики.	4	0,5	-	1	0,5	12	Защита лабораторной работы. Тестирование
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	4	0,5	-	-	0,5	11	Тестирование
4	Второй закон термодинамики	4	0,5	-	1	0,5	12	Защита лабораторной работы. Тестирование
5	Реальные газы	4	0,5	-	2	0,5	12	Защита лабораторной работы

6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	0,5	-	-	0,5	11	Контрольная работа
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	4	0,5	-	-	0,5	11	Расчетная работа
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	4	0,5	-	-	0,5	12	Опрос на лекции Итоговое тестирование
ИТОГО		4	-	4	4	92		
Форма аттестации						Зачет (4 часа)		

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма) с указанием формируемых компетенций

Таблица 2 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	2	Предмет термодинамики	Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Теплоемкость.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
2	Первый закон	2	Первый закон термодинамики	Формулировки первого закона термодинамики.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3,

	термодинамики.			Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы. Уравнение первого закона термодинамики для потока	ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	2	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.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
4	Второй закон термодинамики	2	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	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

				Карно на Ts - диаграмме	
5	Реальные газы	2	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.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	2	Термодинамика потока. Течение газов	Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при наличии трения	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	2	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод компрессора. Действительный компрессор. Многоступенчатый компрессор	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	2	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-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	2	Термодинамические циклы	Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на К.П.Д. цикла.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

				Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках. Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин: воздушная холодильная машина, паро-компрессорная холодильная машина.	
--	--	--	--	--	--

Таблица 2 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	0,5	Предмет термодинамики	Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Теплоемкость.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
2	Первый закон термодинамики.	0,5	Первый закон термодинамики	Формулировки первого закона термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы. Уравнение первого закона термодинамики для потока	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	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,	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

				внутренняя энергия и теплота политропного процесса.	
4	Второй закон термодинамики	0,5	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	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
5	Реальные газы	0,5	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.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	Термодинамика потока. Течение газов	Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при наличии трения	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод компрессора. Действительный компрессор. Многоступенчатый компрессор	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	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. 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, парокompрессорная холодильная машина.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
---	---	-----	-------------------------	---	--

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

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

Таблица 3 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Первый закон термодинамики.	6	Определение отклонения теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК- 4.1, ОПК- 4.2, ОПК-4.3
2	Второй закон термодинамики	6	Определение удельной теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК- 4.1, ОПК 4.2, ОПК-4.3
3	Реальные газы	6	Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК -4.1, ОПК -4.2, ОПК-4.3

Таблица 3 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Первый закон термодинамики.	1	Определение отклонения теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК- 4.1, ОПК -4.2, ОПК -4.3
2	Второй закон термодинамики	1	Определение удельной теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК-4.3
3	Реальные газы	2	Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК -4.1, ОПК -4.2, ОПК-4.3

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

8. Самостоятельная работа (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Таблица 4 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	6	Проработка материала, выполнение расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК -4.1, ОПК -4.2, ОПК-4.3
2	Первый закон термодинамики.	6	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК -4.1, ОПК -4.2, ОПК-4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	6	Проработка материала, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
4	Второй закон термодинамики	6	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3

5	Реальные газы	6	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	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.	6	Проработка материала подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	6	Проработка материала, выполнение расчетной работы по теме «Газовые смеси»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	6	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	6	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции, подготовка к итоговому тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3

Таблица 4 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	11	Проработка материала, выполнение расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК -4.3
2	Первый закон термодинамики.	12	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК -4.3
3	Основные термодинамические	11	Проработка материала, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3,

	процессы с идеальным газом.			ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
4	Второй закон термодинамики	12	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
5	Реальные газы	12	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	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.	11	Проработка материала подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	11	Проработка материала, выполнение расчетной работы по теме «Газовые смеси»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	12	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции, подготовка к итоговому тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК- 4.3

8.1 Контроль самостоятельной работы (таблица 5а – очная форма, таблица 5б – заочная форма)

Таблица 4а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	2	Прием расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3

2	Первый закон термодинамики.	2	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	2	Проверка результатов тестирования	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
4	Второй закон термодинамики	2	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
5	Реальные газы	2	Прием лабораторной работы и проверка отчета	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.	2	Проверка контрольной работы	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	2	Прием расчетной работы по теме «Газовые смеси»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	2	Проверка ответов письменного опроса	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
9	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	2	Проверка результатов итогового тестирования	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3

Таблица 4б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения
-------	---	------	-----------	-----------------------

				компетенции
1	Основные понятия и определения термодинамики	0,5	Прием расчетной работы по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
2	Первый закон термодинамики.	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	0,5	Проверка результатов тестирования	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
4	Второй закон термодинамики	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
5	Реальные газы	0,5	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
6	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	Проверка контрольной работы	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
7	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,5	Прием расчетной работы по теме Газовые смеси»	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3
8	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок	0,5	Проверка ответов письменного опроса	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК - 4.1, ОПК - 4.2, ОПК - 4.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» 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 и соответствующего ему числа баллов (60÷100).

При изучении дисциплины предусматривается зачет, 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
Контрольная работа	1	15	26
Лабораторная работа	3	15	24
Расчетная работа	2	10	14
Тест	3	10	16
Письменный опрос	1	10	20
Зачет			
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 «Техническая термодинамика и теплотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Белов Г. В. Термодинамика: учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. Москва: Издательство Юрайт, 2016. 509 с. (Бакалавр. Академический курс). ISBN 978-5-9916-5636-8.	Электронная библиотека Юрайт URL: https://urait.ru/bcode/385732 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. 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, 2020. 264 с. (Высшее образование).	Электронная библиотека «Юрайт». URL: https://urait.ru/bcode/451800 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

3. 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, 2020. 248 с. (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05094-3	Электронная библиотека Юрайт URL: https://urait.ru/bcode/451802 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
4. Мутугуллина И. А. Техническая термодинамика. Курс лекция: учебное пособие / И. А. Мутугуллина. Казань: РИЦ Школа, 2017. 127 с.	30
5 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).	ЭБС Юрайт . — URL: https://urait.ru/bcode/451532 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.	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 «КНИТУ»

11.3. 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
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/>

Согласовано:

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

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

«Техническая термодинамика и теплотехника»:

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 «Техническая термодинамика и теплотехника»
по направлению 18.03.01 «Химическая технология»
для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для набора обучающихся 2021 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