

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

« 19 » мая 2022 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, 2022 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 2022 года.

Разработчик программы:

Доцент кафедры ТМО



Н.И. Миндиярова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 18.05.22 № 9

Зав. кафедрой ТМО, доцент



И.А. Мутугуллина

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 18 мая 2022 № 9

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 для очной формы 3 зачетные единицы, 108 часов, для заочной формы 3 зачетные единицы, 108 часов.

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 термодинамики.	2	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.	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.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

				Физический смысл энтропии. $T - S$ диаграмма. Изображение на TS - диаграмме основных процессов. TS - диаграмма для идеального газа. Цикл 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. Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках. Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин: воздушная холодильная машина, паро-компрессорная холодильная машина.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

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, 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	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	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	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3

	холодильных установок			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.	
--	-----------------------	--	--	---	--

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, ОПК4.3
2	Второй закон термодинамики	6	Определение удельной теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
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, ОПК4.3

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, ОПК4.3
2	Второй закон термодинамики	1	Определение удельной теплоемкости воздуха	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
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, ОПК4.3

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	Индикаторы достижения 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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3

Таблица 4 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения 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, ОПК4.3

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, ОПК4.3
3	Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	11	Проработка материала, подготовка к тестированию	ОПК-2.1, ОПК- 2.2, ОПК-2.3, ОПК 4.1, ОПК 4.2, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3

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

Таблица 5а

№ 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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3

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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3

Таблица 5б

№ 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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3
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, ОПК4.3

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 6).

Таблица 6

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). — ISBN 978-5-534-05091-2.	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. — (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 «КНИТУ»

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» рекомендуется использовать следующие электронные источники 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.С. Хуснутдинова

А.С. Хуснутдинова

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 2022 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