

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Профиль:	Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Теоретических основ теплотехники»
Курс; семестр	2; 5, 6

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	4	0,11
Лабораторная работа	4	0,11
Контроль самостоятельной работы	4	0,11
Самостоятельная работа	92	2,56
Форма аттестации: Зачет (6 сем), Контрольная работа (6 сем)	4	0,11
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 922 от 07.08.2020) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для профиля «Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.Р. Габитова

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Теоретических основ теплотехники», протокол от 21.05.2021 г. № 14.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Ф.М. Гумеров

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» являются:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов.
- б) подготовка специалистов, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов
- в) на базе термодинамики с привлечением аппарата некоторых других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование всех тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей внутреннего сгорания, а также всевозможного технологического оборудования, как-то: холодильных машин, сушильных, сжижительных, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Химическая технология органических веществ. Авторская программа "Технология химико-фармацевтических препаратов"» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

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

1. Высшая математика
2. Физика

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

1. Моделирование химико-технологических процессов
2. Процессы и аппараты химической технологии

3. 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

Знать:

- закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;
- принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости»; принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей; принципы регенерации и интеграции.

Уметь:

- выполнять моделирующие расчеты и энерготехнологическую оптимизацию теплотехнологического оборудования с использованием современного программного обеспечения.
- определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

Владеть:

- навыками рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере.
- термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные понятия и определения термодинамики	5	0,6				2	Контрольная работа
2.	Первый закон термодинамики.	5	0,4				2	
3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	5	0,6				2	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	Второй закон термодинамики	5	0,4				1	
	Итого по семестру	5	2				7	
1.	Реальные газы	6	0,2			0,5	10	Лабораторная работа
2.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	6	0,2			0,5	10	Контрольная работа; Тест
3.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	6	0,4			0,5	14	
4.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	6	0,4		2	1	18	Расчетно-графическая работа
5.	Циклы паросиловых установок	6	0,4		2	0,5	18	
6.	Циклы холодильных установок	6	0,4			1	15	Тест
	Итого по семестру	6	2		4	4	85	Зачет, Контрольная работа

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия и определения термодинамики	0,6	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	ОПК-2.1 ОПК-4.1
2.	Первый закон термодинамики.	0,4	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии.	ОПК-2.2 ОПК-4.2
3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	0,6	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
4.	Второй закон термодинамики	0,4	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
5.	Реальные газы	0,2	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	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.	0,2	Уравнение первого закона термодинамики для потока.	ОПК-2.1 ОПК-2.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			Понятие о сопловом и диффузорном течении газа. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений.	
7.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	0,4	Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.	ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	0,4	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в P _v - и T _S - диаграммах.	ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Циклы паросиловых установок	0,4	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в P _V , T _S и H _S диаграммах.	ОПК-2.2 ОПК-4.1
10.	Циклы холодильных установок	0,4	Классификация холодильных установок. Рабочие тела.	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	ВСЕГО	4		

6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	2	Измерение теплоемкости воздуха	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
2.	Циклы паросиловых установок	2	Исследование кривой насыщения водяного пара	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
	ВСЕГО	4		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основы термодинамики	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.2 ОПК-4.2
2.	Первый закон термодинамики	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
3.	Термодинамические процессы	2	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
4.	Второй закон термодинамики	1	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-4.3
5.	Исследование кривой насыщения водяного пара	10	подготовка к лабораторной работе	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	10	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.2 ОПК-4.2
7.	Термодинамический анализ	14	подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Измерение теплоёмкости воздуха	10	подготовка к лабораторной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	8	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	18	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
11.	Основы технической термодинамики	15	подготовка к тестированию	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	ВСЕГО	92		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Исследование кривой насыщения водяного пара	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
2.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-2.2 ОПК-4.2
3.	Термодинамический анализ процессов	0,5	проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
4.	Измерение теплоёмкости воздуха	0,5	прием лабораторной работы	ОПК-2.1

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
				ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
5.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	0,5	проверка расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	0,5	проверка расчетно-графической работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Основы технической термодинамики	1	проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
	ВСЕГО	4		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
6-й семестр			
Лабораторная работа	2	32	50
Расчетно-графическая работа	2	16	26
Контрольная работа	1	4	6
Тест	1	8	18
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 и 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	Количество экземпляров
Г. В. Белов, Техническая термодинамика [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/451532 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов, М.С. Курбангалеев [и др.], Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	130 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Н. М. Цирельман, Техническая термодинамика [Электронный ресурс] учебное пособие:	https://e.lanbook.com/book/107965 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, Техническая термодинамика и теплопередача [Прочее] Учебник Для СПО: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/457110 Режим доступа: по подписке КНИТУ
В.В. Нащокин, Техническая термодинамика и теплопередача [Учебник] учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов: М. : Аз-book, 2008	987 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Р.Д. Амирханов, Д.Г. Амирханов, Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2014	30 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Д.Г. Нарышкин, Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи [Прочее] Учебное пособие: Москва : Издательский Центр РИОР; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016	http://znanium.com/go.php?id=503896 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

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

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных:

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника»:

Офисные и деловые программы: АBBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard
Архиватор 7 Zip
Блокнот Notepad
Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams
Научное ПО: Mathcad Education
Научное ПО: Mathematica Standard

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Лекционные занятия:

а. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

2. Лабораторные работы:

а. лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха, исследование PV - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса), исследование кривой насыщения водяного пара.

б. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
с. результаты расчетов оформляются на принтере.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

а) лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами,
с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» составляет 3 ч.

В процессе освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения.