

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»

Специальность:	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация:	Промышленная безопасность производств энергонасыщенных материалов
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Теоретических основ теплотехники»
Курс; семестр	2; 3

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	18	0,5
Лабораторная работа	36	1
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации: Дифференцированный зачет (3 сем)		
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 907 от 07.08.2020) по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для специализации «Промышленная безопасность производств энергонасыщенных материалов» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

С.В. Мазанов

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 специализации «Промышленная безопасность производств энергонасыщенных материалов» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Физика

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

1. Общая химическая технология
2. Процессы и аппараты химической технологии

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов

ОПК-2.1. Знает фундаментальные законы и понятия химии и химической технологии, методику проектирования химико-технических систем, источники научно-технологической информации в профессиональной сфере, теоретические основы различных методов анализа

ОПК-2.2. Умеет выбрать оптимальный метод анализа в зависимости от объекта и поставленной задачи, а также обосновать свой выбор, проводить анализ соединения с использованием химических, аналитических и физико-химических методов разработать технологию химической реакции в ходе ее логического проектирования и постановки технологического эксперимента

ОПК-2.3. Владеет методами математической статистики для обработки результатов активного и пассивного эксперимента, навыками проведения химического и физико-химического анализа, интерпретации полученных результатов, представления результатов анализа

ОПК-4 Способен организовывать самостоятельную и коллективную производственную и научно-исследовательскую деятельность, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок

ОПК-4.1. Знает методы управления человеческими ресурсами, формулировки целей и задачи исследования, критерии оценки результатов исследования

ОПК-4.2. Умеет формулировать цели и задачи научного и практического исследования, проводить научные исследования в соответствующей области знаний, науки и техники, проводить оценку возможности применения организационно-управленческих и технологических решений для оптимизации производственной деятельности организации, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок

ОПК-4.3. Владеет навыками управления трудовым коллективом и производственными процессами, организации

самостоятельной и коллективной производственной и научно-исследовательской деятельности, разработки планов и программ проведения научных исследований и технических разработок

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;
- принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости»;
- основы химической термодинамики для химической технологии;
- теоретические основы теории погрешностей, методы записи, обработки результатов эксперимента;
- принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей;
- принципы регенерации и интеграции;
- основные нормативы расходования тепло-энергоресурсов с учетом норм человеческого фактора

Уметь:

- выполнять моделирующие расчеты и энерготехнологическую оптимизацию теплотехнологического оборудования с использованием современного программного обеспечения;
- рассчитывать энергетический и эксергетический КПД технологических аппаратов и установок;
- правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения;
- определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;
- рассчитывать нормы тепла для того или иного энергетического оборудования.

Владеть:

- навыками рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере;
- навыками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений;
- навыками правильного принятия решений и формулированием выводов относительно экспериментальных данных и условий их получения;
- навыками обобщения информации и обработки результатов исследований;
- термодинамическими методами расчёта и повышения эффективности использования подводимой энергии;
- навыками построения моделей объектов;
- навыками обобщения информации и обработки результатов исследований.

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	3	1			1	1	Тест
2.	Первый закон термодинамики	3	1		18	1	2	Лабораторная работа
3.	Основные термодинамические процессы с идеальным газом	3	2			2	4	Контрольная работа
4.	Второй закон термодинамики	3	2			1	1	
5.	Реальные газы	3	2		18	1	4	Лабораторная работа
6.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров	3	2			1	1	Тест
7.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	3	2			1	1	
8.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	3	2			5	10	Расчетно-графическая работа
9.	Циклы паросиловых установок	3	2			3	8	
10.	Циклы холодильных установок	3	2			2	4	Тест
	Итого по семестру	3	18		36	18	36	Дифференцированный зачет

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	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-4.1
2.	Первый закон термодинамики	1	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	2	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ	ОПК-2.1 ОПК-2.2
4.	Второй закон термодинамики	2	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин	ОПК-4.1 ОПК-4.2
5.	Реальные газы	2	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости	ОПК-4.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
6.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров	2	Уравнение первого закона термодинамики для потока. 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	ОПК-2.2 ОПК-4.2
7.	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	2	Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия	ОПК-4.1
8.	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	2	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в P _v - и TS- диаграммах	ОПК-4.3
9.	Циклы паросиловых установок	2	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в PV, TS и HS диаграммах	ОПК-4.2
10.	Циклы холодильных установок	2	Классификация холодильных установок. Рабочие тела	ОПК-2.1 ОПК-4.1
	ВСЕГО	18		

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.	Первый закон термодинамики	18	Измерение теплоемкости воздуха	ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Реальные газы	18	Исследование кривой насыщения водяного пара	ОПК-2.3 ОПК-4.2 ОПК-4.3
	ВСЕГО	36		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные понятия и определения	1	подготовка к тестированию	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
2.	Измерение теплоёмкости воздуха	2	подготовка к лабораторной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы	4	подготовка к контрольной работе	ОПК-4.1
4.	Применение второго закона	1	подготовка к контрольной работе	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
5.	Исследование кривой насыщения водяного пара	4	подготовка к лабораторной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Дросселирование	1	подготовка к тестированию	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
7.	Поршневые компрессора	1	подготовка к тестированию	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	10	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	8	выполнение расчетно-графической работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
10.	Основы технической термодинамики	4	подготовка к тестированию	ОПК-2.1 ОПК-4.1
	ВСЕГО	36		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Основные понятия и определения	1	проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Измерение теплоёмкости воздуха	1	прием лабораторной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы	2	проверка контрольной работы	ОПК-4.1
4.	Применение второго закона	1	проверка контрольной работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
5.	Исследование кривой насыщения водяного пара	1	прием лабораторной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Дросселирование	1	проверка тестирования	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
7.	Поршневые компрессора	1	проверка тестирования	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
8.	Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом	5	проверка расчетно-графической работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
9.	Термодинамический анализ цикла Ренкина	3	проверка расчетно-графической работы	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3
10.	Основы технической термодинамики	2	проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-4.1
	ВСЕГО	18		

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
3-й семестр			
Контрольная работа	2	3	5
Лабораторная работа	2	32	52
Расчетно-графическая работа	2	16	26
Тест	1	9	17
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
В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов, Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена [Прочее] Учебник для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/448239 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г. В. Белов, Термодинамика в 2 ч. Часть 1 [Прочее] Учебник и практикум для вузов: Москва : Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/451800 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Н. М. Бажин, В. Н. Пармон, Термодинамика для химиков [Электронный ресурс] учебник: Санкт-Петербург : Лань, 2019	https://e.lanbook.com/book/121454 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. Журавлев, Термодинамика необратимых процессов в задачах и решениях [Электронный ресурс] : Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019	http://www.iprbookshop.ru/92070.html Режим доступа: по подписке КНИТУ
, Термодинамика химических процессов [Прочее] методическое пособие: Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612710 Режим доступа: по подписке КНИТУ
В.В. Нащокин, Техническая термодинамика и теплопередача [Учебник] учеб. пособие для	987 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

неэнергет. спец. вузов: М. : Аз-book, 2008	
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»

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: ABBYY 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 РV - 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 9 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.