

20

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 12 » 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.24 «Техническая термодинамика»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профили подготовки «ХТОВ», «ХТВМС», «ХТППиЭ», «ХТПЭУМ»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная /очно-заочная/заочная

Факультет технологический

Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химических технологий»

Курс 2(3)/2(4)/3(6)

	Часы ОФО	Часы ОЗФО	Часы ЗФО
Лекции	18(0,5)	9 (0,25)	4 (0,11)
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные занятия	18 (0,5)	9 (0,25)	2(0,05)
Самостоятельная работа	18 (0,5)	36 (1)	50 (1,4)
КСР	18 (0,5)	18 (0,5)	12 (0,33)
Форма аттестации (часы на контроль)	Зачет -	Зачет -	Зачет 4(0,11)
Всего	72 (2)	72 (2)	72 (2)

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 922 от 07.08.2020 по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профили подготовки «ХТОВ», «ХТВМС», «ХТППиЭ», «ХТПЭУМ» на основании учебного плана набора обучающихся 2020г.

Разработчик программы:

Доцент
(должность)


(подпись)

А.А. Сагдеев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ
протокол от 16.04 2021 г. № 5

Зав. кафедрой


(подпись)

Д.Н.Латыпов
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры НХС, реализующей подготовку основной образовательной программы от 24.03 2021 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Т.Б. Минигалеев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.24 «Техническая термодинамика» являются:

- а) формирование знаний основных законов, принципов и методов термодинамики;*
- б) обучение технологии получения, преобразования, передачи, использования теплоты и принципам работы тепловых и холодильных машин.*
- в) обучение способам применения двух основных законов термодинамики, характеризующих количественную сторону процессов превращения энергии и устанавливающих качественную сторону (направленность) процессов, происходящих в физических системах;*
- г) раскрытие сущности закономерности превращения энергии в различных физических, химических и других процессах.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.24 «Техническая термодинамика» относится к *обязательной* части учебного плана и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения эффективного использования теплового и холодильного оборудования, применяемого в данной отрасли, совершенствования его, выявления и использования вторичных энергоресурсов. *Типы профессиональной деятельности-* технологический, научно-исследовательский.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.24 «Техническая термодинамика» *бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»*

должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 «Математика»;*
- б) Б1.О.13 «Физика».*

Дисциплина Б1.О.24 «Техническая термодинамика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.О.30 «Химические реакторы»;*
- б) Б1.О.32 «Процессы и аппараты химических производств».*

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.24 «Техническая термодинамика», могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

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 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 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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) физические основы механики, основные законы термодинамики;
 - б) основные теплофизические параметры и их физический смысл.
- 2) Уметь:
 - а) описать основные термодинамические процессы;
 - б) использовать физические законы, термодинамические справочные данные;
 - в) анализировать, обрабатывать и обобщать результаты физико-химического эксперимента;
 - г) правильно применять уравнения процессов для расчета основных термодинамических параметров;
 - д) пользоваться диаграммами, теплофизическими таблицами.
- 3) Владеть:
 - а) теоретическими знаниями о циклах тепловых двигателей и холодильных установок;
 - б) навыками проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей;
 - в) навыками решения типовых задач в области технической термодинамики.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.24 «Техническая термодинамика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр О/ОЗ/З	Виды учебной работы(в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции О/ОЗ/З	Прак ти- чески е занят ия	Лабора торные работы О/ОЗ/З	СРС О/ОЗ/З	КСР О/ОЗ/З	

1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	3/4 /6	1/0,5/0,25	-	-	-/-/2	-/2/2	Тест. Реферат.
2	Уравнения состояния идеальных газов		1/0,5/0,25	-	-	-/-/2	-/2/2	Контрольная работа Тест.
3	Реальные газы		2/1/0,5	-	2/-/-	-/-/2	-/2/1	Лабораторная работа Контрольная работа Тест. Реферат.
4	I закон термодинамики.		2/1/0,5	-	-	-/-/2	-/2/1	Контрольная работа Тест. Реферат.
5	Теплоемкость газов. Энтропия.		2/1/0,5	-	4/3/1	-/-/1	-/2/1	Лабораторная работа Контрольная работа Тест.
6	Водяной пар. Влажный воздух.		2/1/0,5	-	8/6/1	-/-/1	-/2/1	Лабораторная работа Контрольная работа Тест.
7	Термодинамические процессы идеальных газов.		2/1/0,5	-	-	-/-/1	-/2/1	Контрольная работа Тест.
8	2 закон термодинамики		2/1/0,5	-	-	-/-/1	-/2/1	Контрольная работа Тест.
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.		2/1/0,25	-	-	-/-/1	-/1/1	Контрольная работа Тест. Реферат.
10	Циклы холодильных установок		2/1/0,25	-	4/-/-	-/-/1	-/1/1	Лабораторная работа Контрольная работа Тест. Реферат.
	Курсовая работа					18/36/36	18/-/-	Защита курсовой работы
	Итого	72	18/9/4	-	18/9/2	18/36/50	18/18/12	-/-/4 контроль
Форма аттестации		зачет						

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы О/ОЗ/З	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	1/0,5/0,25	Тема 1. Понятие открытая, закрытая, адиабатная и равновесная система. Основные параметры состояния.	Термодинамика – раздел теоретической физики, которая изучает способы получения, преобразования, передачи, использования теплоты и принципы	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

				работы тепловых и холодильных машин, тепло и парогенераторов и теплообменных аппаратов. Термодинамическая система – это совокупность макроскопических тел, обменивающихся энергией как друг с другом так и с окружающей средой. Основные термодинамические параметры состояния: удельный объем, давление и температура.	
2	Уравнения состояния идеальных газов	1/0,5/0,25	Тема 2. Основные законы идеальных газов. Универсальное уравнение состояния идеального газа.	Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Клапейрона. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.
3	Реальные газы	2/1/0,5	Тема 3. Свойства реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.	Отличие реального газа от идеального из-за наличия сил взаимодействия между молекулами и конечностей их объема. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.
4.	I закон термодинамики.	2/1/0,5	Тема 4. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия. Обратимые и необратимые процессы, аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия.	I закон термодинамики является частным случаем всеобщего закона сохранения и превращения энергии применительно к тепловым явлениям, протекающим в термодинамических системах. Внутренняя энергия – это вся энергия заключенная в теле или в системе тел. Любой равновесный термодинамический процесс изменения состояния рабочего тела всегда будет обратимым термодинамическим процессом. Подведенная к рабочему телу энергия в форме удельной теплоты расходуется на изменение внутренней энергии тела и	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

				на совершение телом внешней работы. Энтальпия относится к аддитивным параметрам, так как ее величина пропорциональна массе.	
5	Теплоемкость газов. Энтропия.	2/1/ 0,5	Тема 5. Удельная массовая, объемная и молярная теплоемкости газов. Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Энтропия. Вычисление энтропии идеального газа. Тепловая TS-диаграмма.	Отношение элементарного количества теплоты, полученного телом при бесконечно малом изменении его состояния к изменению температуры называется удельной теплоемкостью тела. Виды теплоемкости: удельная массовая, объемная и молярная. Уравнение Майера. Удельная энтропия является экстенсивным параметром состояния и изменения в ее любом термодинамическом процессе полностью определяется крайними состояниями тела и не зависит от пути процесса.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.
6	Водяной пар. Влажный воздух.	2/1/ 0,5	Тема 6. Особенности PV-диаграммы водяного пара. Теплота парообразования. IS-диаграмма водяного пара. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха. ID-диаграмма влажного воздуха.	Процесс превращения вещества из жидкого состояния в газообразное называется парообразование. Испарением называется парообразование, которое происходит всегда при любой температуре со свободной поверхности жидкости или твердого тела. Количество тепла, затраченное на парообразование 1 кг воды при температуре кипения до сухого насыщенного пара называется удельной теплотой парообразования. Преимущества IS-диаграммы водяного пара по сравнению с TS-диаграммой. Закон Дальтона.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.
7	Термодинами	2/1/	Тема 7. Изохорный	К основным процессам	ОПК-2.1

	ческие процессы идеальных газов.	0,5	процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы.	относятся: изохорный, протекающий при постоянном объеме; изобарный, протекающий при постоянном давлении; изотермический, протекающий при постоянной температуре; адиабатный, протекающий при отсутствии теплообмена с окружающей средой; политропные процессы характеризуются постоянством теплоемкости в процессе.	ОПК-2.2. ОПК-2.3.
8	2 закон термодинамики	2/1/ 0,5	Тема 8. Основные положения 2 закона термодинамики. Круговые термодинамические процессы или циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Обратный обратимый цикл Карно.	2 закон термодинамики можно сформулировать в виде трех постулатов: Клаузиуса, Томсона, Оствальда. Прямой цикл – это цикл в результате которого получается положительная работа (цикл теплового двигателя). Обратный цикл – это цикл в результате которого расходуется работа (холодильные установки).	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	2/1/ 0,25	Тема 9. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Цикл со смешанным подводом количества теплоты.	Основными характеристиками любого цикла двигателя внутреннего сгорания являются следующие величины: 1) степень сжатия, представляющая собой отношение начального объема рабочего тела к его объему в конце сжатия; 2) степень повышения давления, представляющая собой отношение давлений в конце и в начале изохорного процесса подвода теплоты; 3) степень предварительного расширения, представляющая собой отношение объема в конце и в начале изобарного	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

				процесса подвода теплоты. Идеальный термодинамический цикл двигателя с изохорным подводом теплоты состоит из двух изохор и двух адиабат. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении состоит из двух адиабат, изобары и изохоры. Цикл со смешанным подводом теплоты состоит из двух адиабат, двух изохор и одной изобары.	
10	Циклы холодильных установок	2/1/0,25	Тема 10. Циклы воздушных, парожекторных и абсорбционных холодильных установок. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.	Основные понятия о работе холодильных установок. Отличительные особенности парожекторных и абсорбционных холодильных установок от паровых компрессорных установок. Описание воздушной холодильной установки, ее недостатки. Преимущества абсорбционной холодильной установки. Идеальный цикл паровой компрессорной холодильной установки в TS диаграмме.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

6. Содержание практических занятий учебным планом не предусмотрено

7. Содержание лабораторных занятий.

Цели лабораторных работ:

- формирование практических компетенций по профилю профессиональной деятельности;
- развитие интеллектуальных умений: аналитических, профессиональных;
- формирование навыков проведения экспериментов;
- формирование у студентов умения работать на лабораторном и опытно-промышленном оборудовании, стендах;
- формирование у студентов умения обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы О/ОЗ/З	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетен
-------	-------------------	-------------	----------------------------------	--------------------	--------------------------------

					цпи
1	Реальные газы	2/-/-	Лабораторная работа 1. «Реальные газы» Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры без использования специального оборудования.	Исследование свойств реального газа, практическое решение задач, пользуясь диаграммами и таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара.	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i> <i>ОПК-2.3</i>
2	Теплоемкость газов. Энтропия.	4/3/1	Лабораторная работа 2. «Определение теплоемкости воздуха»	Изучение основных видов теплоемкости и методов их определения. Экспериментальное определение теплоемкости воздуха.	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i> <i>ОПК-2.3</i>
3	Водяной пар. Влажный воздух.	8/6/1	Лабораторная работа 3. «Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха» Лабораторная работа 4. «Исследование кривой насыщения водяного пара»	Экспериментальное исследование процессов нагревания влажного воздуха и сушки материалов нагретым воздухом. Экспериментальное исследование кривой насыщения водяного пара.	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i> <i>ОПК-2.3</i>
4	Циклы холодильных установок	4/-/-	Лабораторная работа 5. «Изучение устройства и работы бытового компрессорного холодильника»	Ознакомление с устройством, принципом действия бытовых холодильников. Экспериментальное определение теплопроводности шкафа бытового холодильника в зависимости от средней температуры ограждения.	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i> <i>ОПК-2.3</i>

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	часы О/ОЗ/З	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	-/-/2	Подготовка к контрольной работе Написание реферата	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i> <i>ОПК-2.3</i>
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси	-/-/2	Подготовка к тесту	<i>ОПК-2.1</i> <i>ОПК-2.2.</i>

	газов.			ОПК-2.3
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	-/-/2	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
4	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	-/-/2	Подготовка к тесту Написание реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
5	Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Вычисление энтропии идеального газа для необратимых и обратимых процессов.	-/-/1	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	-/-/1	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Водяной пар. Влажный воздух.	-/-/1	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов. Написание реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
8	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	-/-/1	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Бинарные циклы.	-/-/1	Подготовка к тесту Написание реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Глубокое охлаждение.	-/-/1	Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
	Курсовая работа	18/36/36	Защита курсовой работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	часы О/ОЗ/З	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	-/2/2	Проверка контрольной работы Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	-/2/2	Проверка теста Проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
3	Уравнение состояния для реальных газов	-/2/1	Прием лабораторной работы и отчета.	ОПК-2.1 ОПК-2.2.

	Вукаловича и Новикова.			ОПК-2.3
4.	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	-/2/1	Проверка теста Проверка контрольной работы Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
5	Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Вычисление энтропии идеального газа для необратимых и обратимых процессов.	-/2/1	Прием лабораторной работы и отчета.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	-/2/1	Проверка контрольной работы Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Водяной пар. Влажный воздух.	-/2/1	Прием лабораторной работы и отчета. Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
8	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	-/2/1	Проверка контрольной работы Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Бинарные циклы.	-/1/1	Проверка теста Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Глубокое охлаждение.	-/1/1	Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
	Курсовая работа	18/-/-	Защита курсовой работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Техническая термодинамика» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Форма обучения	Наименование оценочных средств	Количество баллов
----------------	--------------------------------	-------------------

очная	Тест	max 20 - min 10
	Реферат	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 60 - min 40
	итого	max 100 - min 60
	Форма контроля –зачет	
очно-заочная		
	Тест	max 20 - min 10
	Реферат	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 60 - min 40
	итого	max 100 - min 60
	Форма контроля –зачет	
заочная	Тест	max 20 - min 10
	Контрольная работа.	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 60 - min 40
	итого	max 100 - min 60
	Форма контроля –зачет	

Форма обучения	Наименование оценочных средств	Количество баллов
Очная/очно-заочная /заочная	Курсовая работа	max 100 - min 60

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 Б1.О.24 «Техническая термодинамика» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с.- Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=486472 , по паролю.- ЭБС «Znanium» Гриф	1(безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] /Ляшков В. И. - М.: КУРС, НИЦ	1(безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с

ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: http://znanium.com/bookread2.php?book=496993 , по пароллю.- ЭБС «Znanium»	IP-адреса НХТИ)
3. Тепло-хладотехника : учебное пособие/А.А.Сагдеев А.Т.Галимова. Санкт-Петербург:"Свое издательство",2019.-128 с.	16 экз. 1- в библиот.отд. УНИЦ НХТИ 15- на каф

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. <u>Барилович В. А.</u> Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Барилович, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: http://znanium.com/bookread2.php?book=356818# , по пароллю.- ЭБС «Znanium» Гриф	1(безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2. Термодинамика и основы теплопередачи : учебное пособие / Сагдеев К.А., Хазипов М.Р., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М..- Нижнекамск : НХТИ, 2016.- 81 с.	39экз. 1- в библиот.отд. УНИЦ НХТИ 38- на каф
3. Сагдеев, К.А. Теплотехнический эксперимент : метод. указ. к лаб. раб. / К.А. Сагдеев, Ф.М. Гумеров.- Нижнекамск: НХТИ, 2013.- 52 с.	10 экз. в библиотечном отделе УНИЦ НХТИ
6. Холодильное технологическое оборудование : учебно- методическое пособие/А.А.Сагдеев А.Т.Галимова. Санкт- Петербург:"Свое издательство",2019.-80 с.	16 экз. 1- в библиот.отд. УНИЦ НХТИ 15- на каф

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика» рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
<http://window.edu.ru/>

Научная электронная библиотека elibrary.ru

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я.Тарасова

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.Журнал «Холодильная техника ». – Доступ свободный: <http://www.holodteh@holodteh.ru>

2. Журнал «Теоретические основы теплотехники. Промышленная теплотехника ». Сайт
журнала. – Доступ свободный: <http://www.podpiska@delpress.ru>

3. Журнал «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА».-Доступ свободный <https://teplo-faq.net/zhurnaly/>

Общим требованием к учебно-методическому и информационному обеспечению является доступность обучающимся в достаточном количестве современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

При чтении лекций - аудитория 203 (персональные компьютеры с программным обеспечением), ноутбук, проектор, экран. При проведении лабораторных работ - аудитория 219а (установка для определения теплоемкости воздуха, установка для исследования процесса изменения состояния влажного воздуха, установка для исследования кривой насыщения водяного пара), аудитория 129 – установка по изучению устройства и работы бытового компрессорного холодильника.

Кабинет для самостоятельной работы студентов -Электронный читальный зал (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, пр. Строителей, 47) . В электронном читальном зале имеются: столы; стулья; персональные компьютеры с выходом в Интернет; принтер; сканер; ксерокс .

13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы О/ОЗ/З
Тема 1. Понятие открытая, закрытая, адиабатная и равновесная система. Основные параметры состояния.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями. Доклады по темам рефератов.	0,2/0,2/0,2
Тема 2. Основные законы идеальных газов. Универсальное уравнение состояния идеального газа.	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Мозговой штурм.	0,2/0,2/0,2
Тема 3.Свойства реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.	Лекция Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	0,2/0,2/0,2 1/1/-
Тема 4. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями. Доклады по темам рефератов.	0,2/0,2/0,2

Обратимые и необратимые процессы, аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия.			
Тема 5. Удельная массовая, объемная и молярная теплоемкости газов. Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Энтропия. Вычисление энтропии идеального газа. Тепловая TS-диаграмма.	Лекция Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	0,2/0,2/0,2 1/1/-
Тема 6. Особенности PV-диаграммы водяного пара. Теплота парообразования. IS-диаграмма водяного пара. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха. ID-диаграмма влажного воздуха.	Лекция Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	0,2/0,2/0,2 3/2/2
Тема 7. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы.	Лекция	Работа с наглядными пособиями.	0,2/0,2/0,2
Тема 8. Основные положения 2 закона термодинамики. Круговые термодинамические процессы или циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Обратный обратимый цикл Карно.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями .	0,2/0,2/0,2
Тема 9. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $V=\text{const}$. Цикл с подводом количества теплоты в процессе $P=\text{const}$. Цикл со смешанным подводом количества теплоты.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями.	0,2/0,2/0,2
Тема 10. Циклы	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными	0,2/0,2/0,2

воздушных, пароэжекторных и абсорбционных холодильных установок. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.	Лабораторная работа	пособиями . Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	1/-/-
--	------------------------	--	-------

