

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

«17» 04 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.24 «Техническая термодинамика»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профили подготовки «ХТОВ», «ХТВМС», «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(5)

	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	36 (1)	72 (2)	86 (2,4)
КСР	36(1)	18 (0,5)	12 (0,33)
Форма аттестации (часы на контроль)	Зачет -	Зачет -	Зачет 4(0,11)
Всего	108 (3)	108 (3)	108 (3)

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», «ХТПЭУМ» на основании учебного плана набора обучающихся 2021г.

Разработчик программы:

Доцент


(подпись)

А.А.Сагдеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ протокол от 16 02 2021 г. № 5

Зав. кафедрой


(подпись)

Д.Н.Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры НХС , реализующей подготовку основной образовательной программы от _24.03 2021 г. № 8

Зав. кафедрой



Т.Б.Минигалеев

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр О/ОЗ/З/З ВО	Виды учебной работы(в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции О/ОЗ/З/З ВО	Практ и- ческие заняти я	Лабора торные работы О/ОЗ/З /З ВО	СРС О/ОЗ/З /З ВО	КСР О/ОЗ/З /З ВО	
1	Предмет	3/4	1/0,5/0,2	-	-	-/4/5/4	4/2/2/2	

	технической термодинамики и ее задачи	/5/2	5/0,25					Тест. Реферат.
2	Уравнения состояния идеальных газов		1/0,5/0,25/0,25	-	-	-/4/5/4	4/2/2/2	Контрольная работа Тест.
3	Реальные газы		2/1/0,5/0,5	-	2/-/-/-	-/4/5/4	4/2/1/2	Лабораторная работа Контрольная работа Тест. Реферат.
4	I закон термодинамики.		2/1/0,5/0,5	-	-	-/4/5/4	4/2/1/2	Контрольная работа Тест. Реферат.
5	Теплоемкость газов. Энтропия.		2/1/0,5/0,5	-	4/3/1/1	-/4/5/4	4/2/1/2	Лабораторная работа Контрольная работа Тест.
6	Водяной пар. Влажный воздух.		2/1/0,5/0,5	-	8/6/1/1	-/4/5/4	4/2/1/2	Лабораторная работа Контрольная работа Тест.
7	Термодинамические процессы идеальных газов.		2/1/0,5/0,5	-	-	-/4/5/4	4/2/1/2	Контрольная работа Тест.
8	2 закон термодинамики		2/1/0,5/0,5	-	-	-/4/5/4	4/2/1/2	Контрольная работа Тест.
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.		2/1/0,25/0,25	-	-	-/2/5/5	2/1/1/2	Контрольная работа Тест. Реферат.
10	Циклы холодильных установок		2/1/0,25/0,25	-	4/-/-/-	-/2/5/5	2/1/1/2	Лабораторная работа Контрольная работа Тест. Реферат.
	Курсовая работа					36		Защита курсовой работы
	Итого	108	18/9/4/4	-	18/9/2/2	- /36/50/ 42	36/18/1 2/20-	-/-/4/4 контроль
Форма аттестации		зачет						

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы О/ОЗ/ З/З ВО	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	1/0,5/0,25/0,25	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/ 0,25/0 ,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, 5/0,5	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, 5/0,5	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 на совершение телом	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

				внешней работы. Энтальпия относится к аддитивным параметрам, так как ее величина пропорциональна массе.	
5	Теплоемкость газов. Энтропия.	2/1/0, 5/0,5	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, 5/0,5	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 парообразованием. 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	Термодинамические процессы	2/1/0, 5/0,5	Тема 7. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический	К основным процессам относятся: изохорный, протекающий при	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

	идеальных газов.		процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы.	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.	
8	2 закон термодинамики	2/1/0, 5/0,5	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/ 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 процесса подвода теплоты. Идеальный термодинамический цикл	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3.

				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, 25/0,25	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 /З ВО	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Реальные газы	2/-/-/-	Лабораторная работа 1. «Реальные газы»	Исследование свойств реального газа,	ОПК-2.1 ОПК-2.2.

			Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры без использования специального оборудования.	практическое решение задач, пользуясь диаграммами и таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара.	<i>ОПК-2.3</i>
2	Теплоемкость газов. Энтропия.	4/3/1/1	Лабораторная работа 2. «Определение теплоемкости воздуха»	Изучение основных видов теплоемкости и методов их определения. Экспериментальное определение теплоемкости воздуха.	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3</i>
3	Водяной пар. Влажный воздух.	8/6/1/1	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 ОПК-2.2. 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 ОПК-2.2. ОПК-2.3</i>

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы О/ОЗ/З /З ВО	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	-/4/5/4	Подготовка к контрольной работе Написание реферата	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3</i>
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	-/4/5/4	Подготовка к тесту	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3</i>
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и	-/4/5/4	Подготовка к лабораторным работам и оформление	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2.</i>

	Новикова.		отчетов.	ОПК-2.3
4	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	-/4/5/4	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.	-/4/5/4	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	-/4/5/4	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Водяной пар. Влажный воздух.	-/4/5/4	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.	-/4/5/4	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Бинарные циклы.	-/2/5/5	Подготовка к тесту Написание реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Глубокое охлаждение.	-/2/5/5	Подготовка к тесту	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
	Курсовая работа	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 /З ВО	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	4/2/2/2	Проверка контрольной работы Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	4/2/2/2	Проверка теста Проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	4/2/1/2	Прием лабораторной работы и отчета.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
4.	Закон сохранения и	4/2/1/2	Проверка теста	ОПК-2.1

	превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.		Проверка контрольной работы Проверка реферата	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.	4/2/1/2	Прием лабораторной работы и отчета.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	4/2/1/2	Проверка контрольной работы Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Водяной пар. Влажный воздух.	4/2/1/2	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.	4/2/1/2	Проверка контрольной работы Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Бинарные циклы.	2/1/1/2	Проверка теста Проверка реферата	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Глубокое охлаждение.	2/1/1/2	Проверка теста	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 (заочная на базе ВО)	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 /(заочная на базе ВО)	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 ИНФРА-М, 2015. - 328 с.: http://znanium.com/bookread2.php?book=496993 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с 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>Барилевич В. А.</u> Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: http://znanium.com/bookread2.php?book=356818# , по паролю.- 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.	39 экз. 1- в библ.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
4. Холодильное технологическое оборудование : учебно-методическое пособие/А.А.Сагдеев А.Т.Галимова. Санкт-Петербург:"Свое издательство",2019.-80 с.	16 экз. 1- в библ.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. Обратимые и необратимые процессы, аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями. Доклады по темам рефератов.	0,2/0,2/0,2
Тема 5. Удельная массовая, объемная и молярная	Лекция	Работа с наглядными пособиями.	0,2/0,2/0,2

теплоемкости газов. Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Энтропия. Вычисление энтропии идеального газа. Тепловая TS-диаграмма.	Лабораторная работа	Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	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 воздушных, парожеткторных и абсорбционных холодильных установок. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.	Лекция Лабораторная работа	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями . Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	0,2/0,2/0,2 1/-/-

