

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский 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
 « 03 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.12 «Техническая термодинамика»

Направление подготовки (специальности) 20.03.01 «Техносферная
 безопасность»

Профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и
 производств»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы «ПАХТ»

Курс 2, семестр 4 - заочная

	заочная
Лекции	4 (0, 11 з.е.)
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	6 (0,17 з.е.)
Самостоятельная работа	130 (3,61 з.е.)
КСР	4(0,11 з.е.)
Форма аттестации	Диф. зачет
Всего	144 (4 з.е.)

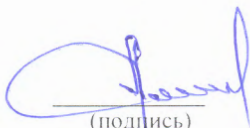
Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 680 от 25.05.2020) по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 «Техносферная безопасность», по профилю «Безопасность технологических процессов и производств» на основании учебного плана для набора обучающихся 2023г.

Разработчик программы:

Доцент

(должность)




(подпись)

А.А.Сагдеев

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ,
протокол от 29.03 _____ 2023 г. № 7 _____

Зав. кафедрой



(подпись)

Д.Н.Латыпов

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.12 «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.В.12 «Техническая термодинамика» относится к *вариативной* части учебного плана и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» 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:* организационно-управленческий; экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.12 «Техническая термодинамика» *бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»* 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.В.12 «Техническая термодинамика», могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1 Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность

УК-2.2 Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов

УК-2.3 Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) физические основы механики, основные законы термодинамики;
 - б) основные методы оценки разных способов решения задач;
- 2) Уметь:
 - а) описать основные термодинамические процессы;
 - б) использовать физические законы, термодинамические справочные данные;
 - в) анализировать, обрабатывать и обобщать результаты физико-химического эксперимента;
 - г) определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения;
 - д) пользоваться диаграммами, теплофизическими таблицами.
- 3) Владеть:
 - а) теоретическими знаниями о циклах тепловых двигателей и холодильных установок;
 - б) навыками разработки цели и задач проекта;
 - в) навыками решения типовых задач в области технической термодинамики.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.12 «Техническая термодинамика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы(в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практика	Лабораторные работы	СРС	КСР	
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	4	0,4	-	-	13	0,4	Реферат. Контрольная работа
2	Уравнения состояния идеальных газов		0,4	-	-	13	0,4	Контрольная работа
3	Реальные газы		0,4	-	-	13	0,4	Контрольная работа Реферат.
4	I закон термодинамики.		0,4	-	-	13	0,4	Реферат. Контрольная работа

5	Теплоемкость газов. Энтропия.		0,4	-	2	13	0,4	Лабораторная работа Контрольная работа
6	Водяной пар. Влажный воздух.		0,4	-	4	13	0,4	Лабораторная работа Контрольная работа
7	Термодинамические процессы идеальных газов.		0,4	-	-	13	0,4	Контрольная работа
8	2 закон термодинамики		0,4	-	-	13	0,4	Контрольная работа
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.		0,4	-	-	13	0,4	Контрольная работа Реферат.
10	Циклы холодильных установок		0,4	-	-	13	0,4	Реферат. Контрольная работа
	Итого	144	4	-	6	130	4	
Форма аттестации		Диф. зачет						

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	0,4	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 работы тепловых и холодильных машин, тепло и парогенераторов 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.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

2	Уравнения состояния идеальных газов	0,4	Тема 2. Основные законы идеальных газов. Универсальное уравнение состояния идеального газа.	Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Клапейрона. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
3	Реальные газы	0,4	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.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
4.	I закон термодинамики.	0,4	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 внешней работы. Энтальпия относится к аддитивным параметрам, так как ее величина пропорциональна массе.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
5	Теплоемкость газов. Энтропия.	0,4	Тема 5. Удельная массовая, объемная и молярная теплоемкости газов. Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Энтропия. Вычисление энтропии идеального	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	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

			газа. Тепловая TS-диаграмма.	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.	
6	Водяной пар. Влажный воздух.	0,4	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.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
7	Термодинамические процессы идеальных газов.	0,4	Тема 7. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы.	К основным процессам 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.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
8	2 закон термодинамики	0,4	Тема 8. Основные положения 2 закона термодинамики. Круговые	2 закон термодинамики можно сформулировать в виде трех постулатов: Клаузиуса, Томсона,	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

			термодинамические процессы или циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Обратный обратимый цикл Карно.	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).	
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	0,4	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 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.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
10	Циклы холодильных установок	0,4	Тема 10. Циклы воздушных, парожекторных и абсорбционных холодильных установок. Цикл паровой компрессорной	Основные понятия о работе холодильных установок. Отличительные особенности парожекторных и абсорбционных холодильных установок от	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

			холодильной установки.	паровых компрессорных установок. Описание воздушной холодильной установки, ее недостатки. Преимущества абсорбционной холодильной установки. Идеальный цикл паровой компрессорной холодильной установки в TS диаграмме.	
--	--	--	------------------------	--	--

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	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Теплоемкость газов. Энтропия.	2	Лабораторная работа №1. «Определение теплоемкости воздуха»	Изучение основных видов теплоемкости и методов их определения. Экспериментальное определение теплоемкости воздуха.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
2	Водяной пар. Влажный воздух.	4	Лабораторная работа №2. «Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха» Лабораторная работа №3. «Исследование кривой насыщения водяного пара»	Экспериментальное исследование процессов нагревания влажного воздуха и сушки материалов нагретым воздухом. Экспериментальное исследование кривой насыщения водяного пара.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	13	Написание реферата Решение контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	13	Решение контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	13	Подготовка к контрольной работе	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
4	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	13	Написание реферата Решение контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
5	Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Вычисление энтропии идеального газа для необратимых и обратимых процессов.	13	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
6	Политропные процессы.	13	Решение контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
7	Водяной пар. Влажный воздух.	13	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов. Написание реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
8	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	13	Решение контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
9	Бинарные циклы.	13	Написание реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
10	Глубокое охлаждение.	13	Подготовка к лабораторным работам	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	0,4	Проверка контрольной работы Проверка реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.

2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	0,4	Проверка контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	0,4	Прием лабораторной работы и отчета.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
4.	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	0,4	Проверка контрольной работы Проверка реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
5	Элементы молекулярно-кинетической и квантовой теорий теплоемкости. Истинная и средняя теплоемкости. Вычисление энтропии идеального газа для необратимых и обратимых процессов.	0,4	Прием лабораторной работы и отчета.	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
6	Политропные процессы.	0,4	Проверка контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
7	Водяной пар. Влажный воздух.	0,4	Прием лабораторной работы и отчета. Проверка реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
8	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	0,4	Проверка контрольной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
9	Бинарные циклы.	0,4	Проверка реферата	УК-2.1 УК -2.2. УК -2.3.
10	Глубокое охлаждение.	0,4	Проверка лабораторной работы	УК-2.1 УК -2.2. УК -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
заочная		
	Контрольная работа	max 20 - min 10
	Реферат	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 60 - min 40
	Итого	max 100 - min 60
Форма контроля – диф. зачет		

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.В.12 «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 библ.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 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.	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/>

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](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).

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
Тема 1. Понятие открытая, закрытая, адиабатная и равновесная система. Основные параметры состояния.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями. Доклады по темам рефератов.	0,2
Тема 2. Основные законы идеальных газов. Универсальное уравнение состояния идеального газа.	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Мозговой штурм.	0,2
Тема 3.Свойства реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.	Лекция	Работа с наглядными пособиями.	0,2
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
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 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 1
Тема 7. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Адиабатный процесс. Политропные процессы.	Лекция	Работа с наглядными пособиями.	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
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
Тема 10. Циклы воздушных, парожетторных и абсорбционных холодильных установок. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.	Лекция	Дискуссия. Работа с наглядными пособиями .	0,2