

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

« 30 » 05 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи»

Направление подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль подготовки «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная, очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы «ПАХТ»

Курс 2, семестр 3 очная

Курс 2, семестр 3 очно-заочная

	Очная	Очно-заочная
Лекции	18(0,5 з.е.)	9(0,25 з.е.)
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	36(1з.е)	9(0,25 з.е.)
Самостоятельная работа	63 (1,75.е)	90 (2,5 з.е.)
КСР	36(1з.е)	45 (1,25 з.е.)
Форма аттестации	экзамен,	экзамен,
Контроль	27 (0,75, з.е)	27(0,75 з.е.)
Всего	180 (5 з.е.)	180(5 з.е.)

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 923 от 07.08.2020) по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю «Машины и аппараты химических производств» на основании учебного плана набора обучающихся 2022г.

Разработчик программы:

Доцент  
(должность)

  
(подпись)

А.А.Сагдеев  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедр ПАХТ,  
протокол от 06.04 2022 г. № 4

Зав. кафедрой


  
(подпись)

Д.Н.Латыпов  
(Ф.И.О.)

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей  
подготовку основной образовательной программы от 12.04 2022 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н.Мадышев  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи» являются:

а) *формирование знаний о превращениях различных видов энергии друг в друга и процессах распространения теплоты в твердых, жидких и газообразных телах;*

б) *обучение технологии получения, преобразования, передачи, использования теплоты и принципам работы тепловых и холодильных машин, тепло и парогенераторов теплообменных аппаратов;*

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.*

д) *освоение обучающимися основ теории теплообмена, понимание процессов переноса теплоты, протекающих в природе, в технологических процессах и технологических установках;*

е) *обучение основам теории процессов передачи энергии для обеспечения эффективной эксплуатации теплоэнергетического оборудования;*

ж) *обучение способам расчета основных процессов конвективного теплообмена с использованием теории подобия и теории пограничного слоя;*

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи» относится к **обязательной** части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения эффективного использования теплового оборудования, применяемого в данной отрасли, совершенствования его, выявления и использования вторичных энергоресурсов.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи» *бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:*

а) *Б1.О.13 «Физика»;*

б) *Б1.О.12 «Математика»;*

Дисциплина «Термодинамика и основы теплопередачи» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

*а) Б1.В.15 «Насосы и компрессоры».*

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи» могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

1. ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

2. ОПК-2.1 Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

3. ОПК-2.2 Умеет использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

4. ОПК-2.3 Владеет математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- а) основные законы преобразования энергии и законы теплообмена;
- б) методы экспериментального и расчетно-теоретического исследования тепловых процессов;
- в) принцип действия и устройство теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;
- г) основные способы энергосбережения;
- д) математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

2) Уметь:

- а) планировать и выполнять экспериментальные исследования;
- б) проводить расчетно-теоретические исследования тепловых процессов;
- в) проводить тепло-гидравлические расчеты теплообменных аппаратов;
- г) рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использование энергии, рациональные системы охлаждения;
- д) использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

3) Владеть:

- а) математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности
- б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### Б1.О.27 «Термодинамика и основы теплопередачи»

Общая трудоемкость дисциплины для очной / очно-заочной форм обучения составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр о/оз	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практи- ческие занятия)	Лаборат орные работы	КСР	СРС	
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	3/3	1/0,5	-	-	3/5	5/7	Экзамен. Тест.
2	Уравнения состояния идеальных газов		1/0,5	-	-	3/5	5/7	Экзамен. Тест.
3	Реальные газы		1/0,5	-	4/-	3/5	5/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
4	I закон термодинамики.		2/1	-	-	3/5	5/7	Экзамен. Тест.
5	Теплоемкость газов. Энтропия.		1/0,5	-	4/2	3/5	5/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.

6	Термодинамические процессы идеальных газов.		1/0,5	-	-	3/5	5/7	Экзамен. Тест.
7	2 закон термодинамики		2/1	-	-	3/5	5/7	Экзамен. Тест.
8	Водяной пар. Влажный воздух.		1/0,5	-	8/2	3/5	5/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.		1/0,5	-	-	3/5	5/7	Экзамен.
10	Три простейших вида переноса тепла. Основные положения теплопроводности.		1/0,5	-	4/-	3/5	5/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
11	Конвективный теплообмен.		2/1	-	4/2	2/5	5/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
12	Теплообмен излучением.		2/1	-	4/-	2/5	4/7	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
13	Теплообменные аппараты		2/1	-	8/3	2/5	4/6	Экзамен. Тест. Лабораторные работы.
	итого		18/9/6		36/9/6	36/45/14	63/90/145	27/27-контроль
	Форма аттестации		180					Экзамен

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций для очной / очно-заочной форм обучения.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы о/оз	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Предмет технической термодинамики и ее задачи	1/0,5	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 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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

2	Уравнения состояния идеальных газов	1/0,5	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	1/0,5	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	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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Теплоемкость газов. Энтропия.	1/0,5	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	Термодинамические процессы идеальных газов.	1/0,5	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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7	2 закон термодинамики	2/1	Основные положения 2 закона термодинамики.	2 закон термодинамики можно сформулировать в виде трех постулатов: Клаузиуса, Томсона, Оствальда. Прямой цикл – это цикл в	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

			Круговые термодинамические процессы или циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Обратный обратимый цикл Карно.	результате которого получается положительная работа (цикл теплового двигателя). Обратный цикл – это цикл в результате которого расходуется работа (холодильные установки).	
8	Водяной пар. Влажный воздух.	1/0,5	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
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	1/0,5	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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
10	Три простейших вида переноса тепла. Основные положения теплопроводности.	1/0,5	Температурное поле. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности твердого тела. Теплопроводность через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенки.	Три простейших вида переноса тепла: теплопроводность, конвекция и излучение. Теплопроводность – это переноса тепла, который осуществляется внутри непрозрачных тел при наличии разности температур. В металлах – за счет диффузии свободных электронов, в газах – за счет движения молекул, в жидкостях – за счет упругих волн. Конвекция – это перенос тепла между стенкой и движущейся средой при наличии разности температур. Излучение – это перенос тепла, который	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3



				осуществляется в три этапа: превращение тепловой энергии в лучистую, распространение лучистой энергии в пространстве в виде электромагнитных волн, обратный превращение лучистой энергии в тепловую.	
11	Конвективный теплообмен.	2/1	Основы теории конвективного теплообмена. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Теплообмен при ламинарном, турбулентном и переходном режимах движения жидкости в трубах.	Одновременный перенос тепла конвекцией и теплопроводностью называется конвективным теплообменом. Коэффициент теплоотдачи характеризует интенсивность теплообмена и зависит от следующих факторов: 1) от теплофизических свойств среды (плотности, теплоемкости, вязкости и т.д.); 2) от скорости движения среды, характера течения (турбулентный, ламинарный режим); 3) от формы, размеров самой стенки.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
12	Теплообмен излучением.	2/1	Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта). Экраны. Излучения газов. Сложный теплообмен.	Любое тело, имеющее температуру выше 0°C непрерывно излучает энергию в пространство. Длина волны излучения зависит от уровня температуры. При низких температурах преобладает длинноволновое излучение. С повышением температуры состав излучения все больше становится коротких волн. Существует классификация излучений по длинам волн. Закон Планка устанавливает зависимость спектральной интенсивности АЧТ от длины волны и температуры. Закон Вина устанавливает зависимость длины волны, на который приходится максимум излучения, от температуры.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
13	Теплообменные аппараты	2/1	Типы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета. Средний температурный напор.	Теплообменным аппаратом называется устройство, в котором происходит передача теплоты от одного теплоносителя к другому. По принципу действия теплообменные аппараты делятся на: рекуперативные, регенеративные, смешительные и аппараты с внутренним источником теплоты. Основными уравнениями теплового расчета теплообменных аппаратов являются: уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

## **6. Содержание практических/семинарских занятий учебным планом не предусмотрено**

## **7. Содержание лабораторных занятий для очной /очно-заочной форм обучения.**

### **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	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Реальные газы	4/-	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.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2	Теплоемкость газов. Энтропия.	4/2	2.«Определение теплоемкости воздуха»Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Изучение основных видов теплоемкости и методов их определения. Экспериментальное определение теплоемкости воздуха.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3	Водяной пар. Влажный воздух.	8/2	3. «Исследование процессов изменения состояния влажного воздуха» 4«Исследование кривой насыщения водяного пара» Работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Экспериментальное исследование процессов нагревания влажного воздуха и сушки материалов нагретым воздухом. Экспериментальное исследование кривой насыщения водяного пара.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4	Три простейших вида переноса тепла. Основные положения теплопроводности.	4/-	5«Определение коэффициента теплопроводности твердого материала» Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности исследуемого материала методом параллельных пластин.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5	Конвективный теплообмен.	4/2	6«Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции» Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Изучение основ теории конвективного теплообмена и элементов теории подобия. Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при поперечном омывании одиночной трубы воздухом.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Теплообмен излучением.	4/-	7«Лучистый теплообмен» Работа проводится в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Изучение теоретических основ теории теплообмена излучением. Экспериментальное определение зависимости коэффициента теплового излучения абсолютно черного тела от температуры.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

7	Теплообменные аппараты	8/3	8«Исследование процесса теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменном аппарате» 9«Расчетно-экспериментальное определение коэффициента теплопередачи» Работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.	Изучение основ теплового расчета теплообменных аппаратов. Определение коэффициента теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменном аппарате.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
---	------------------------	-----	--	--	-------------------------------

### 8. Самостоятельная работа для очной /очно-заочной форм обучения

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы о/оз	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Международная система единиц.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
4	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	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.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	5/7	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	5/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту . Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
8	Водяной пар. Влажный воздух.	5/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	5/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту . Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Теплопроводность в плоской системе.	5/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
11	Свободная и вынужденная конвекция.	5/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту Подготовка к	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3

			лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	
12	Теплообмен излучением между твердыми телами.	4/7	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
13	Кожухотемновиковый теплообменный аппарат.	4/6	Подготовка к контрольной работе Подготовка к тесту Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов Подготовка к экзамену.	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3

### **8.1 Контроль самостоятельной работы для очной /очно-заочной форм обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы о/оз</b>	<b>Форма КРС</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Международная система единиц.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
2	Смеси идеальных газов. Газовая постоянная смеси газов.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
3	Уравнение состояния для реальных газов Вукаловича и Новикова.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
4	Закон сохранения и превращения энергии. Паровая машина Ползунова. Установка Бранка.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	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.	3/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
6	Политропные процессы.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
7	Принцип возрастания энтропии и физический смысл 2 закона термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
8	Водяной пар. Влажный воздух.	3/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	3/5	Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
10	Теплопроводность в плоской системе.	3/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
11	Свободная и вынужденная конвекция.	2/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3

12	Теплообмен излучением между твердыми телами.	2/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. Проверка теста	ОПК-2.1 ОПК-2.2. ОПК-2.3
13	Кожухомеевский теплообменный аппарат.	2/5	Прием лабораторных работ. Прием экзамена.. 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 «Термодинамика и основы теплопередачи» 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 рейтинговой системе.

<b>Форма обучения</b>	<b>Наименование оценочных средств</b>	<b>Количество баллов</b>
очная	Экзамен	max 40 - min 24
	Тест	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 40 - min 26
	итого	max 100 - min 60
очно-заочная	Экзамен	max 40 - min 24
	Тест	max 20 - min 10
	Лабораторные работы	max 40 - min 26
	итого	max 100 - min 60

## ***10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплин***

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 «Термодинамика и основы теплопередачи» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
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: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=486472">http://znanium.com/bookread2.php?book=486472</a> , 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.: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=496993">http://znanium.com/bookread2.php?book=496993</a> , по паролю.- ЭБС «Znanium»	1(безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ )

### ***11.2 Дополнительная литература***

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
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.: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=356818#">http://znanium.com/bookread2.php?book=356818#</a> , 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 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

### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Термодинамика и основы теплопередачи» 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](http://elibrary.ru)

### ***11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

1. Журнал «Теоретические основы теплотехники. Промышленная теплотехника

2. Журнал «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА».-Доступ свободный

<https://teplo-faq.net/zhurnaly/>

й

т

**Согласовано:**

Зав. отделом по библиотечному  
обслуживанию.



Тарасова В.Я.

ж

у

р

н

а

л

а

## ***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, установка для определения теплопроводности твердого материала, установка для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденной конвекции, установка для определения коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции, установка для изучения основ теории теплообмена излучением, комплект оборудования по имитационному моделированию процессов теплообмена). Лаборатория холодильных машин и установок» 129 –(установка для исследования процесса теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменном аппарате) .

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) для очной, очно-заочной форм обучения:

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы о/оз
Предмет технической термодинамики и ее задачи	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Дискуссия.	0,3/0,3
Уравнения состояния идеальных газов	Лекция	Работа с наглядными пособиями Мозговой штурм.	0,3/0,3
Реальные газы	Лекция Лабораторная работа.	Работа с наглядными пособиями Мозговой штурм.	0,3/0,3 1/-
I закон термодинамики.	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Дискуссия.	0,3/0,3
Теплоемкость газов. Энтропия.	Лекция Лабораторная работа	Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы)	0,3/0,3 1/1
Термодинамические процессы идеальных газов.	Лекция	Работа с наглядными пособиями.	0,3/0,3
2 закон термодинамики	Лекция	Мозговой штурм.	0,3/0,3
Водяной пар. Влажный воздух.	Лекция Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы)	0,3/0,3 1/1
Циклы двигателей внутреннего сгорания.	Лекция	Дискуссия.	0,3/0,3
Три простейших вида переноса тепла. Основные положения теплопроводности.	Лекция Лабораторная работа	Работа с наглядными пособиями. Мозговой штурм. Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы)	0,3/0,3 1/-
Конвективный теплообмен.	Лекция Лабораторная	Мозговой штурм. Студенты в роли экспертов	0,3/0,3



	работа	(обсуждение результатов лабораторной работы)	1/1
Теплообмен излучением.	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Студенты в роли экспертов	0,3/0,3
	Лабораторная работа	(обсуждение результатов лабораторной работы).	1/-
Теплообменные аппараты	Лекция	Работа с наглядными пособиями. Дискуссия	0,4/0,4
	Лабораторная работа	Студенты в роли экспертов (обсуждение результатов лабораторной работы).	2/1