

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 08 » 12 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.14 Техническая термодинамика

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профили подготовки: «Энергетика теплотехнологий»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИНХМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 2 курс, 4 семестр

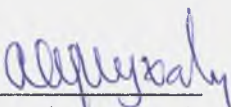
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	99	2,75
Форма аттестации экзамен	27	0,75
Всего	216	6

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015 года, по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю Энергетика теплотехнологий на основании учебных планов набора обучающихся 2014, 2015, 2016, 2017 годов.

Разработчик программы:

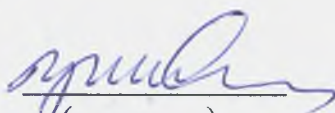
доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

А.А.Мухамадиев
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,
протокол от 20.10 2017 г. № 4

Зав. кафедрой, проф.

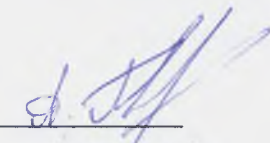

(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 07.12 2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент

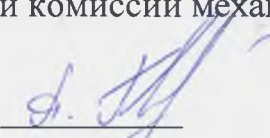

(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

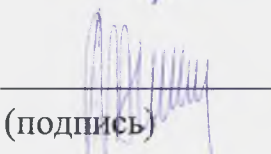
Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 07.12 2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техническая термодинамика» являются:

а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенерирующих устройств.

б) подготовка бакалавров, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов

в) на базе термодинамики с привлечением аппарата некоторых других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование всех тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, реактивных и ракетных двигателей внутреннего сгорания, а также всевозможного технологического оборудования, как-то: холодильных машин, сушильных, сжижительных, энерготехнологических и других установок.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки/специальности 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Математика

б) Физика

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

а) Энергетический комплекс промышленных предприятий (курсовая работа)

б) Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях

в) Источники энергии теплотехнологии

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техническая термодинамика» могут быть использованы при прохождении практик производственной, преддипломной и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-2) способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выполнять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
2. (ПК-1) способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;
 б) схемы и циклы тепловых машин и холодильных установок, их КПД
 в) принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости». Принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей. Принципы регенерации и интеграции.
- 2) Уметь: а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;
 б) пользоваться первым и вторым законами термодинамики;
 в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.
- 3) Владеть: а) термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии.

4. Структура и содержание дисциплины «Техническая термодинамика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема1. Определение предмета и метода термодинамики.	4	1	-	-	2	Тестирование

	Основные термины и определения.						
2	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость газов.	4	4	2	10	12	Защита лабораторных работ, тестирование, решение контрольных задач
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	4	3	2	-	10	Тестирование, решение контрольных задач
4	Тема 4. Второй закон термодинамики. Эксергия. Эксергитический баланс и КПД.	4	4	2	-	4	Тестирование, решение контрольных задач
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критические явления.	4	5	4	26	14	Защита лабораторных работ, тестирование
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для открытых систем. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	4	2	-	8	Тестирование
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	4	3	-	-	7	Тестирование
8	Тема 8. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ).	4	4	2	-	14	Тестирование, защита расчетно-графической работы
9	Тема 9. Циклы паросиловых и парогазовых установок.	4	4	2	-	14	Тестирование, защита расчетно-графической работы
10	Тема 10. Циклы холодильных установок.	4	4	2	-	14	Тестирование по темам 1-10
	ИТОГО		36	18	36	99	<i>Экзамен 27</i>

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Определение предмета и метода термодинамики. Основные термины и определения.	1	Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.	Основные термины и определения. Термические параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Условия равновесности и обратимости. Изображение термодинамических процессов в pV -диаграмме	ОПК-2
2	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость газов	4	Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии. Теплоёмкость газов.	Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Работа проталкивания. Техническая и располагаемая работа. Теплоёмкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов. Пересчет объемного состава в массовый и наоборот	ОПК-2, ПК-1
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	3	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы их анализ.	Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ. Изображение в координатах pV и Ts . Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее значение политропного процесса. Теплоёмкость политропного процесса, объяснение отрицательной теплоемкости	ОПК-2

4	Тема 4. Второй закон термодинамики. Эксергия. Эксергетический баланс и КПД.	4	Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.	Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. (первый и второй интегралы Клаузиуса) Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Формула Больцмана Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический КПД.	ОПК-2
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критические явления.	5	Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости. Водяной пар.	Процессы парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТТСВП и диаграмм $h-s$ и $lq-p-h$	ОПК-2, ПК-1
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для открытых систем. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом аппарате и диффузоре. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений.	Условие перехода через критическую скорость. Сопло Ловала. Расчет процессов истечения реального газа с помощью $h-s$-диаграммы. Действительный процесс истечения. Параметры заторможенного потока. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в $h-s$- и $T-s$-диаграммах.	ОПК-2
7	Тема 7. Термодинамический анализ про-	3	Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.	Полная работа, затраченная на привод компрессора. Влияние объема вредного пространства на работу компрессоров. Многоступенчатое сжатие. Изображение в $p-v$- и $T-s$- диаграммах термо-	ОПК-2, ПК-1

	цессов в компрессорах			динамических процессов, протекающих в компрессорах. Относительный внутренний КПД компрессора. Расчет потерь энергии и эксергетический КПД компрессора.	
8	Тема 8. Циклы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)	4	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы ДВС с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты. Циклы газотурбинных двигателей. Изображение циклов в pV - и TS -диаграммах.	Устройство и принцип действия ДВС с изохорным, изобарным и со смешанным подводом теплоты. Термический и эксергетический КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС. Принцип работы газотурбинных (ГТУ) установок. Циклы газотурбинных двигателей с изохорным и с изобарным подводом теплоты. Сравнительный анализ циклов ГТУ.	ОПК-2, ПК-1
9	Тема 9. Циклы паросиловых установок.	4	Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в pV , TS и hs диаграммах.	Устройство и принцип действия простейшей паросиловой установки (ПСУ). Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. Эксергетический анализ циклов паросиловых установок.	ОПК-2, ПК-1
10	Тема 10. Циклы холодильных установок.	4	Классификация холодильных установок. Рабочие тела.	Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожеторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.	ОПК-2, ПК-1

6. Содержание практических занятий с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
-------	-------------------	------	----------------------------	--------------------	-------------------------

1	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость газов.	2	Смесь идеальных газов. Теплоёмкость газов. Первый закон термодинамики	Теплоемкость газов Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. Смеси рабочих тел. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов. Пересчет объемного состава в массовый и наоборот.	ОПК-2, ПК-1
2	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	2	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы их анализ.	Решение задач на определение основных характеристик термодинамических процессов с идеальным газом и изображение их в координатах $p\nu$ и Ts . Политропные процессы.	ОПК-2, ПК-1
3	Тема 4. Второй закон термодинамики. Эксергия. Эксергетический баланс и КПД.	2	Анализ термодинамических циклов тепловых и холодильных машин на основе второго закона термодинамики.	Решение задач на применение второго закона термодинамики. Термический КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический К.П.Д.	ОПК-2, ПК-1
4	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критические явления.	4	Свойства реальных газов и уравнение состояния реальных газов. Способы определения параметров состояния реальных газов. Водяной пар. Термодинамические процессы с реальным газом.	Решение задач на определение состояния и их параметров с помощью ТТС и различных диаграмм. Процессы парообразования в $p\nu$ и Ts координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТСВП и диаграмм hs и $lqp-h$.	ОПК-2, ПК-1
5	Тема 6. Первый закон термодина	2	Элементы расчета сопла и диффузора. Сопло Лавала. Скорость газа и его мас-	Решение задач по представленной теме. Расчет скорости истечения и массового расхода идеального газа из сопла. Сопло Лавала. Расчет процессов	ОПК-2, ПК-1

	мики для открытых систем. Истечение и дросселирование газов и паров.		совый расход при адиабатном течении. Дросселирование газов и паров.	истечения реального газа с помощью hs -диаграммы. Действительный процесс истечения. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в hs - и Ts -диаграммах.	
6	Тема 8 Циклы двигателей внутреннего сгорания(ДВС) и газотурбинных установок(ГТУ).	2	Циклы ДВС с изохорным, изобарным и со смешанным подводом теплоты. Циклы ГТУ.	Решение задач по представленной теме. Расчеты циклов ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме при постоянном давлении и со смешанным подводом теплоты. Расчет цикла газотурбинной установки (ГТУ) с изохорным и изобарным подводом теплоты.	ПК-1
7	Тема 9 Циклы паросиловых и парогазовых установок	2	Циклы паросиловых установок (ПСУ). Цикл Ренкина	Решение задач по представленной теме. Расчеты циклов ПСУ (цикла Ренкина) с помощью таблиц термодинамических свойств и hs - диаграммы. Сравнение циклов ПСУ с различными начальными и конечными параметрами	ПК-1
8	Тема 10 Циклы холодильных установок.	2	Циклы газовых холодильных машин. Циклы парокомпрессионных машин.	Решение задач по представленной теме. Расчеты идеального цикла воздушной и парокомпрессионной холодильной машины с применением таблиц термодинамических свойств и Ts - hs - и lgp - h - диаграмм хладагентов.	ПК-1

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Техническая термодинамика» для студентов очной формы обучения в объеме 36 часов.

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость	10	Измерение теплоемкости воздуха	Теплоемкость газов. Массовая, объемная и молярная теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависи-	ОПК-2, ПК-1

	газов.			мость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости.	
2	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критические явления.	8	Исследование процессов с влажным воздухом	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха. Н-d-диаграмма влажного воздуха. Процессы нагревания влажного воздуха и сушки материала с его помощью и изображение их на Н-d-диаграмме. Расчеты процессов изменения состояния влажного воздуха с помощью Н-d-диаграммы влажного воздуха.	ОПК-2, ПК-1
3		8	Исследование $p-v$ - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса)	Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	ОПК-2, ПК-1
4		10	Исследование кривой насыщения водяного пара	Процессы парообразования и конденсации в $p-v$ - и T_s - диаграммах. Параметры состояния кипящей жидкости, влажного насыщенного пара и сухого насыщенного пара. Кривая насыщения. Критическая точка и критические параметры состояния. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТТСВП. Теплота парообразования и её свойства	ОПК-2, ПК-1

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра	25	Проработка теоретического материала	ОПК-2, ПК-1
2	Подготовка к лабораторным ра-	20	Проработка теоретического	ОПК-2,

	ботам оформление отчетов		материала, расчет лабораторных работ	ПК-1
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	27	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2, ПК-1
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с парообразным рабочим телом»	27	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2, ПК-1

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 рейтинговой системе.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет, поэтому минимальный текущий рейтинг – 60, максимальный - 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Минимально баллов	Максимально баллов
Лабораторная работа	4	12	24
Расчетно-графическая работа	2	12	18
Тестирование	1	3	5
Контрольные задачи	1	9	13
Экзамен		24	40
ИТОГО		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации 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 «Техническая термодинамика»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача [Учебники] : учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов / В.В. Нащокин. — 4-е изд., стереотип. — М.: Аз-бук, 2008. — 470 с. : ил., табл.	988 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Шилова С.В. Химическая термодинамика [Электронный ресурс] : метод. руководство к практ. занятиям / Казан. гос. технол. ун-т ; С.В. Шилова [и др.]. — Казань : КНИТУ, 2009. — 116 с. : табл.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodynamika.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
3. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т ; Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов. — Казань : КНИТУ, 2014. — 264 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Курбангалеев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамдиев, И.Х. Хайруллин ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. — 60 с. : ил.	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya-termodynamika_MU.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
2. Нарышкин Д. Г. Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи : Учебное пособие. — 1. — Москва ; Москва : Издательский Центр РИОР : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. — 199 с.	ЭБС «znanium.com» http://znanium.com/go.php?id=503896 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Гинзбург В.Л. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика / Гинзбург В.Л. ; Левин Л.М. ; Сивухин Д.В. ; Яковлев И.А. — Moscow : Физматлит, 2006. — Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д. В., Яковлев И.А.; Под ред. Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
4. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

2. Лабораторные работы:

- a. лаборатория А-23 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ: исследование процессов с влажным воздухом, измерение теплоемкости воздуха, исследование $p-v$ - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса), исследование кривой насыщения водяного пара.
- b. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами,
- c. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- d. результаты расчетов оформляются на принтере.

13. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.

71592

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Техническая термодинамика» пересмотрена на заседании кафедры Теоретических основ теплотехники

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
1	№1 от 28.08.2018	нет	нет	