

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 8 » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.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 _____

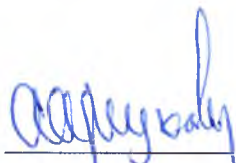
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	99	2,75
Форма аттестации экзамен	27	0,75
Всего	216	6

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 143 от 28.02.2018 года, по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю Энергетика теплотехнологий на основании учебных планов набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

А.А. Мухамадиев
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,
протокол № 14 от 27.06.2019 г.

Зав. кафедрой, проф.


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 4.07.2019 г. № 6

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

УТВЕРЖДЕНО

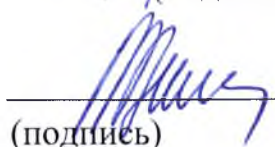
Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 4.07.2019 г. № 6

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 специалистов, 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 обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической видов деятельности.

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

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

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-2.1. Знает основы физических явлений и применять законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основные законы химии и химических процессов, основы автоматического управления и регулирования

ОПК-2.2. Умеет применять математический аппарат исследования функций линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, численных методов, основные законы физики и химии для проектирования инженерных систем

ОПК-2.3. Владеть навыками моделирования химико-технологических систем с применением средств автоматического регулирования

ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ОПК-3.1. Знает основные законы движения жидкости и газа, основы тепломассообмена в теплотехнических установках и системах

ОПК-3.2. Умеет применять знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

ОПК-3.3. Владеть навыками расчета теплотехнических установок систем

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, хладоагентов 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
			Лекц ия	Семинар (Практи- ческое занятие)	Лабораторн ые работы	СРС	
1	Тема 1. Определение предмета и метода термодинамики. Основные термины и определения.	4	1	1	-	2	Тестирование
2	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость газов.	4	4	2	10	12	Лабораторные работы, тестирование, контрольные задачи
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.	4	3	2	-	10	Тестирование, контрольные задачи
4	Тема 4. Второй закон термодинамики. Эксергия. Эксергитический баланс и КПД.	4	4	2	-	4	Тестирование, контрольные задачи
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критические явления	4	5	3	26	14	Лабораторные работы, тестирование
6	Тема 6. Первый закон термодинамики для открытых систем. Истечение и дросселирование газов и паров.	4	4	2	-	8	Тестирование
7	Тема 7.				-		Тестирование

	Термодинамический анализ процессов в компрессорах	4	3			7	
8	Тема 8. Циклы тепловых двигателей (ДВС, ГТУ, ПСУ) и холодильных машин (ВХМ, ПКХМ)	4	12	6	-	42	Тестирование, расчетно-графическая работа
	ИТОГО		36	18	36	99	Экзамен 27

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 p-v-диаграмме	ОПК-2.1 ОПК-3.1
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,	ОПК-2.2 ОПК-3.2

				определение парциальных давлений компонентов. Пересчет объемного состава в массовый и наоборот	
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 $p-v$ и $T-s$. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Обобщающее значение политропного процесса. Теплоёмкость политропного процесса, объяснение отрицательной теплоёмкости	ОПК-2.2 ОПК-3.2
4	Тема 4. Второй закон термодинамики. Эксергия. Эксергитический 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-2.1 ОПК-3.2
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Критическое явление	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 $l_{qp}-h$	ОПК-2.2 ОПК-3.2
6	Тема 6. Первый закон термодинамик для открытых систем. Истечение и дросселирование	4	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом аппарате и диффузоре. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении.	Условие перехода через критическую скорость. Сопло Лавала. 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	ОПК-2.2 ОПК-3.2

	ование газов и паров.		Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений.	об эффекте Джоуля - Томпсона. 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.	
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	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 термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Относительный внутренний КПД компрессора. Расчет потерь энергии и эксергетический КПД компрессора/	ОПК-2.2 ОПК-3.3
8	Тема 8. Циклы тепловых двигателей (ДВС, ГТУ, ПСУ) и холодильных машин (ВХМ, ПХМ)	12	Принцип действия поршневых ДВС. Циклы ДВС с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты. Циклы газотурбинных двигателей. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение циклов в p_v , T_s и h_s 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. Устройство и принцип действия простейшей паросиловой установки (ПСУ). Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парозежекторных холодильных установках.	ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.3

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 1. Определение предмета и метода термодинамики. Основные термины и определения.	1	Основные параметры состояния. Связь между размерностями параметров состояния и их пересчет.	Основные термины и определения. Термические параметры состояния. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные. Изображение термодинамических процессов в p - v -диаграмме. Решение задач по представленной теме.	ОПК-2.1 ОПК-3.2
2	Тема 2. Первый закон термодинамики. Теплоёмкость газов.	2	Смесь идеальных газов. Теплоёмкость газов. Первый закон термодинамики	Теплоёмкость газов. Массовая, объёмная и молярная теплоёмкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоёмкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоёмкостям. Смеси рабочих тел. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов. Пересчет объёмного состава в массовый и наоборот	ОПК-2.2 ОПК-3.2
3	Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальными 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 - v и T - s . Политропные процессы.	ОПК-2.2 ОПК-3.2
4	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-2.2 ОПК-3.2
5	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамические процессы с	3	Свойства реальных газов и уравнение состояния реальных газов. Способы определения параметров	Решение задач на определение состояния и их параметров с помощью ТТС и различных диаграмм. Процессы парообразования в p - v и T - s координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного	ОПК-2.1 ОПК-3.2

	реальным газом. Критические явления		состояния реальных газов. Водяной пар. Термодинамические процессы с реальным газом.	насыщенного пара и перегретого пара. Основные термодинамические процессы с реальным газом. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТСВП и диаграмм hs и $lqp-h$	
6	Тема 6. Первый закон термодинамик для открытых систем. Истечение и дросселирование газов и паров.	2	Элементы расчета сопла и диффузора. Сопло Лавалья. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Дросселирование газов и паров.	Решение задач по представленной теме. Расчет скорости истечения и массового расхода идеального газа из сопла. Сопло Лавалья. Расчет процессов 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	ОПК-2.2 ОПК-3.2
7	Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах	-	Компрессорные установки. Поршневые и турбинные компрессоры	Решение задач по представленной теме. Расчеты работы сжатия газа, работы привода компрессора, количества отводимой теплоты и производительности компрессора. $p-v$ -, Ts - диаграмм компрессора.	ОПК-2.2 ОПК-3.2 ОПК-3.3
8	Тема 8. Циклы тепловых двигателей (ДВС, ГТУ, ПСУ) и холодильных машин (ВХМ, ПКХМ)	6	Циклы тепловых двигателей (ДВС, ГТУ и ПСУ). Циклы холодильных машин (ВХМ и ПКХМ)	Решение задач по представленной теме. Расчеты циклов ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме при постоянном давлении и со смешанным подводом теплоты. Расчет цикла ГТУ с изохорным и изобарным подводом теплоты. Расчеты цикла ПСУ (цикла Ренкина). Изображение циклов тепловых двигателей в $p-v$ -, Ts - и hs -диаграммах. Расчеты идеального цикла воздушной (ВХМ) и парокомпрессионной (ПКХМ) холодильной машины с применением таблиц термодинамических свойств и Ts - hs - и $lqp-h$ - диаграмм хладагентов	ОПК-2.2 ОПК-3.2 ОПК-3.3

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 обучающимися умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№	Раздел	Час	Наименова	Краткое содержание	Формиру
---	--------	-----	-----------	--------------------	---------

п/п	дисциплины	ы	ние лабораторн ой работы		емые компетен ции
1	Тема 2. Первый закон термодинамик и. Теплоёмкость газов.	10	Измерение теплоемкост и воздуха	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. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости.	ОПК-2.2 ОПК-3.2
2	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамич еские процессы с реальным газом. Критические явления	8	Исследовани е процессов с влажным воздухом	Процессы парообразования в $p-v$ и $T-s$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара.	ОПК-2.2 ОПК-3.2
3	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамич еские процессы с реальным газом. Критические явления	8	Исследовани е $p-v$ - диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса)	Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.	ОПК-2.2 ОПК-3.2
4	Тема 5. Реальные газы. Основные термодинамич еские процессы с реальным газом. Критические явления	10	Исследовани е кривой насыщения водяного пара	Кривая насыщения. Критические параметры состояния. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью таблицы ТТСВП. Теплота парообразования и её свойства	ОПК-2.2 ОПК-3.2

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-2.1; 2.2;2.3 ОПК-3.1; 3.2; 3.3
2	Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов	20	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОПК-2.1; 2.2;2.3 ОПК-3.1; 3.2; 3.3
3	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом»	27	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2.1; 2.2;2.3 ОПК-3.1; 3.2; 3.3
4	Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с парообразным рабочим телом»	27	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета	ОПК-2.1; 2.2;2.3 ОПК-3.1; 3.2; 3.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности обучающихся 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 качества учебного процесса» ФБГОУ ВО КНИТУ.

При изучении указанной дисциплины предусматривается решение задач, выполнение лабораторных и расчетно-графических работ с оформлением отчёта. За эти работы студент может получить максимальное количество баллов- 60. В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Минимально баллов	Максимально баллов
Лабораторные работы	4	12	24
Расчетно-графическая работа	2	12	18
Тест	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. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика : учеб. пособие / Д.Г. Амирханов [и др.]; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т ; — Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. — 320 с.	130 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-termodinamika.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ 12 экз. в УНИЦ 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 30 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

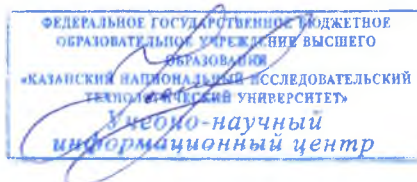
В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Курбангалеев М.С. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамадиев, 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-termodinamika_MU.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ 10 экз. в УНИЦ 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

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. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
3. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Научная электронная библиотека. Доступ свободный: www.elibrary.ru
2. Доступ к научным публикациям. <https://www.sciencedirect.com>

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 PV - 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.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

- a) лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 10 компьютерами, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Техническая термодинамика»

1. Microsoft Office.
2. Mathcad 15.1
3. Mathlab R2018b

13. Образовательные технологии

Проведение занятий в интерактивной форме по дисциплине «Техническая термодинамика» учебным планом не предусмотрено.