

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  
« 24 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.19 Техническая термодинамика

Специальность: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных  
материалов и изделий»

Специализация: для всех специализаций

Квалификация (степень) выпускника инженер

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ, ФЭТИБ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОГ

Курс, семестр 2 курс, 4 семестр

|                        | Часы  | Зачетные<br>единицы |
|------------------------|-------|---------------------|
| Лекции                 | 18    | 0,5                 |
| Практические занятия   | -     | -                   |
| Семинарские занятия    | -     | -                   |
| Лабораторные занятия   | 27    | 0,75                |
| Самостоятельная работа | 63    | 1,75                |
| Форма аттестации       | зачет |                     |
| Всего                  | 144   | 3                   |

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1176 от 12.09.2016 года, по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» для набора обучающихся 2017, 2018 г.

Разработчик программы:

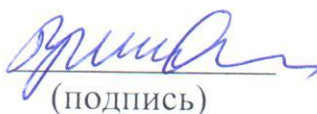
профессор каф. ТОТ  
(должность)

  
(подпись)

Р.Н. Максудов  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,  
протокол от 28.08 2018 г. № 1

Зав. кафедрой, проф.

  
(подпись)

Ф.М. Гумеров  
(Ф.И.О.)

### **СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ  
от 12.09 2018 г. № 8

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

В.Я. Базотов

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии МФ  
от 17.09.2018 г. № 8

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент

  
(подпись)

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Техническая термодинамика» являются:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты и работы, а также о принципах действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов;
- б) подготовка специалистов, владеющих навыками энергоэффективной эксплуатации современного энергоиспользующего оборудования, способами интенсификации и оптимизации современных энерготехнологических процессов;
- в) на базе термодинамики с привлечением аппарата других фундаментальных дисциплин осуществляется расчет и проектирование тепловых двигателей – паровых и газовых турбин, иного технологического оборудования: холодильных машин, сушильных, энерготехнологических и других установок.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к дисциплинам базовой части ООП и формирует у обучающихся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Высшая математика;
- б) Физика;

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

- а) Процессы и аппараты химической технологии;
- б) Системы управления химико-технологическими процессами.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техническая термодинамика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

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

- 1. (ОК-1) способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- 2. (ОПК-1) способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.

**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 «Термодинамика»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| №<br>п/п | Раздел<br>дисциплины                                          | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                                           |                         |     | Оценочные<br>средства для<br>проведения<br>промежуточн<br>ой аттестации<br>по разделам |
|----------|---------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                               |         | Лекц<br>ия                       | Семинар<br>(Практи-<br>ческое<br>занятие) | Лабораторн<br>ые работы | СРС |                                                                                        |
| 1        | Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.         | 4       | 1                                | -                                         | -                       | 2   | Тестирование                                                                           |
| 2        | Тема 2. Первый закон термодинамики.                           | 4       | 1,5                              | -                                         | 8                       | 8   | Защита лабораторных работ, тестирование.                                               |
| 3        | Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом. | 4       | 1,5                              | -                                         | -                       | 8   | Тестирование, выполнение и защита расчетно-графической работы.                         |
| 4        | Тема 4. Второй закон термодинамики.                           | 4       | 2                                | -                                         | -                       | 2   | Тестирование.                                                                          |
| 5        | Тема 5. Реальные                                              |         |                                  | -                                         | 19                      |     | Защита                                                                                 |

|    |                                                                                            |   |    |   |    |    |                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>газы.</b>                                                                               | 4 | 2  |   |    | 12 | лабораторных работ, тестирование. Выполнение и защита расчетно-графической работы. |
| 6  | <b>Тема 6. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.</b>            | 4 | 2  | - | -  | 2  | Тестирование                                                                       |
| 7  | <b>Тема 7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах</b>                           | 4 | 2  | - | -  | 5  | Тестирование                                                                       |
| 8  | <b>Тема 8. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)</b> | 4 | 2  | - | -  | 12 | Тестирование, защита расчетно-графической работы                                   |
| 9  | <b>Тема 9. Циклы паросиловых установок.</b>                                                | 4 | 1  | - | -  |    | Тестирование, защита расчетно-графической работы                                   |
| 10 | <b>Тема 10. Циклы холодильных установок.</b>                                               | 4 | 3  | - | -  |    | Тестирование по темам 1-10                                                         |
| 11 | <b>Тема 11. Расчет цикла тепловых двигателей с парообразным рабочим телом</b>              | 4 | -  | - | -  | 12 | Выполнение и защита расчетно-графической работы                                    |
|    |                                                                                            |   |    |   |    |    | <i>Зачет</i>                                                                       |
|    | <b>ИТОГО</b>                                                                               |   | 18 | - | 27 | 63 |                                                                                    |

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

| <b>№ п / п</b> | <b>Раздел дисциплины</b>                                             | <b>Часы</b> | <b>Тема лекционного занятия</b>                                                                                    | <b>Краткое содержание</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Формируемые компетенции</b> |
|----------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1              | <b>Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.</b>         | 1           | Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.                    | Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические процессы: равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Изображение термодинамических процессов в Pv-диаграмме                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 2              | <b>Тема 2. Первый закон термодинамики.</b>                           | 1,5         | Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии. | Сущность первого закона термодинамики, формулировки и аналитические выражения. Техническая и располагаемая работа. Теплоемкость газов. Удельные 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. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов. | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 3              | <b>Тема 3 Основные термодинамические процессы с идеальным газом.</b> | 1,5         | Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 4              | <b>Тема 4. Второй закон термодинамики.</b>                           | 2           | Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона                                        | Прямые и обратные циклы. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и их свойства. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ОК-1<br>ОПК-1                  |

|   |                                                                                         |   |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|   |                                                                                         |   | термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.                                                                                                                         | энтропии в обратимых и необратимых процессах. Принцип возрастания энтропии изолированной системы. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Уравнение Больцмана. Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический к.п.д                                                                                                                                                                                                                      |               |
| 5 | <b>Тема 5.<br/>Реальные газы.</b>                                                       | 2 | Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.                                                      | Процессы парообразования в $Pv$ и $Ts$ диаграммах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного пара и перегретого пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Анализ процессов в реальных газах с помощью термодинамических таблицы и диаграмм.                                                                                                                                                                                    | ОК-1<br>ОПК-1 |
| 6 | <b>Тема 6.<br/>Термодинамика потока.<br/>Истечение и дросселирование газов и паров.</b> | 2 | Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом и диффузорном течении газа. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Дросселирование. | Расчет процессов истечения реального газа с помощью $hs$ -диаграммы. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в $hs$ - и $Ts$ -диаграммах. | ОК-1<br>ОПК-1 |
| 7 | <b>Тема 7.<br/>Термодинамический анализ процессов в компрессорах</b>                    | 2 | Классификация компрессоров и принцип действия. Циклы с изотермическим, адиабатным и политропным сжатием.                                                                       | Полная работа, затраченная на привод компрессора. Влияние объема вредного пространства на работу компрессоров. Многоступенчатое сжатие. Изображение в $Pv$ - и $Ts$ - диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Относительный внутренний КПД компрессора.                                                                                                                                                                                     | ОК-1<br>ОПК-1 |
| 8 | <b>Тема 8.<br/>Циклы двигателей внутреннего</b>                                         | 2 | Принцип действия ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты.                                                                                                          | Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ОК-1<br>ОПК-1 |

|    |                                                          |   |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
|----|----------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|    | <b>го сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ)</b> |   | Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в $Pv$ - и $Ts$ -диаграммах. |                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| 9  | <b>Тема 9. Циклы паросиловых установок.</b>              | 1 | Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина.                           | Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в $Pv$ , $Ts$ и $hs$ диаграммах.                                                                   | ОК-1<br>ОПК-1 |
| 10 | <b>Тема 10. Циклы холодильных установок.</b>             | 3 | Классификация холодильных установок. Рабочие тела.                                  | Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и пароэжекторных холодильных установках. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур | ОК-1<br>ОПК-1 |

**6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)**  
– не предусмотрено учебным планом

**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 27 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     | <b>Тема 2. Первый закон термодинамики.</b> | 8    | Измерение теплоемкости воздуха            | Теплоемкость газов. Удельные теплоемкости (средняя и истинная, изобарная и изохорная). Зависимость теплоемкости от температуры. Формулы для расчета теплового потока по средним теплоемкостям. | ОПК-1                   |
| 2     | <b>Тема 5. Реальные газы.</b>              | 6    | Исследование процессов с влажным воздухом | Процессы парообразования в $Pv$ и $Ts$ координатах. Водяной пар. Параметры кипящей жидкости, сухого насыщенного пара, влажного насыщенного                                                     | ОПК-1                   |

|   |                                   |   |                                                               |                                                                                                                           |       |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |                                   |   |                                                               | пара и перегретого пара.                                                                                                  |       |
| 1 | <b>Тема 5.<br/>Реальные газы.</b> | 6 | Исследование $Pv$ -диаграммы углекислого газа (опыт Эндрюса). | Свойства реальных газов. Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости. | ОПК-1 |
| 2 | <b>Тема 5.<br/>Реальные газы.</b> | 7 | Исследование кривой насыщения водяного пара                   | Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Расчет теплоты парообразования по экспериментальным данным.                               | ОПК-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/магистранта/аспиранта**

| <b>№ п/п</b> | <b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>                                                     | <b>Часы</b> | <b>Форма СРС</b>                                                               | <b>Формируемые компетенции</b> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1            | Изучение теоретического (лекционного) материала в течение семестра                                   | 15          | Проработка теоретического материала                                            | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 2            | Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов                                                 | 12          | Проработка теоретического материала, обработка и оформление лабораторных работ | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 3            | Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом» | 16          | Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета                    | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 4            | Подготовка к лабораторным работам оформление отчетов                                                 | 12          | Обработка и оформление лабораторных работ                                      | ОК-1<br>ОПК-1                  |
| 5            | Выполнение расчетной работы на тему: «Расчет цикла тепловых двигателей с парообразным рабочим телом» | 8           | Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета                    | ОК-1<br>ОПК-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 балльно-рейтинговой системе.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

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

| <b>Оценочные средства</b>   | <b>Кол-во</b> | <b>Min, баллов</b> | <b>Max, баллов</b> |
|-----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Лабораторная работа         | 4             | 36                 | 48                 |
| Тестирование                | 1             | 6                  | 28                 |
| Расчетно-графическая работа | 2             | 18                 | 24                 |

|        |  |    |     |
|--------|--|----|-----|
| 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-book, 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<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodynamika.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Shilova_himicheskaya-termodynamika.pdf</a><br>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 <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Amirchanov-tekhnicheskaya.pdf</a><br>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. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин; Казан. нац. исслед. технол. ун-т — Казань: Изд-во КНИТУ, 2014 — 60 с.: ил.                                                                                                                                                                    | Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ<br><a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodynamika_MU.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Kurbangaleev-tekhnicheskaya_termodynamika_MU.pdf</a><br>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»<br><a href="http://znanium.com/go.php?id=503896">http://znanium.com/go.php?id=503896</a><br>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., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. | ЭБС «Консультант студента»<br><a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html</a><br>Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ |

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «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.znaniium.com](http://www.znaniium.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:**

- а. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

#### **2. Лабораторные работы:**

- а. 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.
- б. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами,
- с. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- д. результаты расчетов оформляются на принтере.

### ***13. Образовательные технологии***

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме обучения, составляет от 9 до 11 часов, в зависимости от специальности. Лекционные занятия проводятся при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.