

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
Профиль: Химическая технология органических веществ  
Квалификация выпускника: Бакалавр  
Форма обучения: Заочная  
Институт: Институт нефти, химии и нанотехнологии  
Факультет: Факультет нефти и нефтехимии  
Кафедра-разработчик: Кафедра «Теоретических основ теплотехники»  
Курс; семестр 2; 5, 6

| Вид нагрузки   | Часы | Зачётные единицы |
|--|------|------------------|
| Лекция   | 4    | 0,11             |
| Лабораторная работа  | 4    | 0,11             |
| Контроль самостоятельной работы                                | 4    | 0,11             |
| Самостоятельная работа   | 92   | 2,56             |
| Форма аттестации: Зачет (6 сем),<br>Контрольная работа (6 сем) | 4    | 0,11             |
| Всего  | 108  | 3                |

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 922 от 07.08.2020) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для профиля «Химическая технология органических веществ» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.Р. Габитова

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Теоретических основ теплотехники», протокол от 21.05.2021 г. № 14.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Ф.М. Гумеров

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» являются:

- а) формирование знаний о методах преобразования и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепловых и холодильных машин, тепло- и парогенераторов.
- 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 и теплотехника» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Химическая технология органических веществ» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» обучающийся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Физика

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

1. Моделирование химико-технологических процессов
2. Процессы и аппараты химической технологии

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

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

ОПК-2.1. Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы термодинамики

ОПК-2.2. Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента

ОПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей, проведения дисперсного анализа и синтеза, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики

**ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья**

ОПК-4.1. Знает процессы химической технологии, аппараты и методы их расчета, основные понятия управления технологическими процессами, методы оптимизации химико-технологических процессов, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса

ОПК-4.2. Умеет подбирать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса, оценивать технологическую эффективность производства, применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов

ОПК-4.3. Владеет навыками технологических расчетов, определения технологических показателей процесса, управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов

## В результате освоения дисциплины обучающийся должен

### Знать:

- закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;
- принципы оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости»; принципы, связанные с входом и выходом энергоносителей; принципы регенерации и интеграции.

### Уметь:

- выполнять моделирующие расчеты и энерготехнологическую оптимизацию теплотехнологического оборудования с использованием современного программного обеспечения.
- определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара, хладагентов и других веществ;

### Владеть:

- навыками рационального управления технологическими процессами в профессиональной сфере.
- термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины                                     | Семе-стр | Виды учебной работы (в часах) |                      |              |     |     | Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации |
|-------|---|----------|-------------------------------|----------------------|--------------|-----|-----|--|
|       |   |          | Лекция                        | Практические занятия | Лабораторные | КСР | СРС |  |
| 1     | 2   | 3        | 4                             | 5                    | 6            | 7   | 8   | 9  |
| 1.    | Основные понятия и определения термодинамики          | 5        | 0,6                           |                      |              |     | 2   | Контрольная работа   |
| 2.    | Первый закон термодинамики.                           | 5        | 0,4                           |                      |              |     | 2   |  |
| 3.    | Основные термодинамические процессы с идеальным газом | 5        | 0,6                           |                      |              |     | 2   |  |
| 4.    | Второй закон  | 5        | 0,4                           |                      |              |     | 1   |  |

| № п/п | Раздел дисциплины   | Семестр  | Виды учебной работы (в часах) |                      |              |          |           | Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации |
|-------|---|----------|-------------------------------|----------------------|--------------|----------|-----------|--|
|       |   |          | Лекция                        | Практические занятия | Лабораторные | КСР      | СРС       |  |
| 1     | 2   | 3        | 4                             | 5                    | 6            | 7        | 8         | 9  |
|       | термодинамики   |          |                               |                      |              |          |           |  |
|       | <b>Итого по семестру</b>  | <b>5</b> | <b>2</b>                      |                      |              |          | <b>7</b>  |  |
| 1.    | Реальные газы   | 6        | 0,2                           |                      |              | 0,5      | 10        | Лабораторная работа  |
| 2.    | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.            | 6        | 0,2                           |                      |              | 0,5      | 10        | Контрольная работа; Тест   |
| 3.    | Термодинамический анализ процессов в компрессорах                           | 6        | 0,4                           |                      |              | 0,5      | 14        |  |
| 4.    | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ) | 6        | 0,4                           |                      | 2            | 1        | 18        | Расчетно-графическая работа  |
| 5.    | Циклы паросиловых установок   | 6        | 0,4                           |                      | 2            | 0,5      | 18        |  |
| 6.    | Циклы холодильных установок   | 6        | 0,4                           |                      |              | 1        | 15        | Тест   |
|       | <b>Итого по семестру</b>  | <b>6</b> | <b>2</b>                      |                      | <b>4</b>     | <b>4</b> | <b>85</b> | <b>Зачет, Контрольная работа</b>                                     |

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

| № п/п | Раздел дисциплины  | Часы | Тема лекционного занятия   | Индикаторы достижения компетенции                              |
|-------|--|------|--|--|
| 1     | 2  | 3    | 4  | 5  |
| 1.    | Основные понятия и определения термодинамики                     | 0,6  | Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.                                    | ОПК-2.1<br>ОПК-4.1   |
| 2.    | Первый закон термодинамики.                                      | 0,4  | Первый закон термодинамики. Теплота и работа как формы передачи энергии. Понятие о внутренней энергии и энтальпии.                 | ОПК-2.2<br>ОПК-4.2   |
| 3.    | Основные термодинамические процессы с идеальным газом            | 0,6  | Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы их анализ.  | ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3                                  |
| 4.    | Второй закон термодинамики                                       | 0,4  | Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. | ОПК-2.1<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1                                  |
| 5.    | Реальные газы  | 0,2  | Свойства реальных газов Опыт Эндрюса и уравнение состояния реальных газов. Способы определения коэффициента сжимаемости.           | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 6.    | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. | 0,2  | Уравнение первого закона термодинамики для потока. Понятие о сопловом и  | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2   |

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часы     | Тема лекционного занятия  | Индикаторы достижения компетенции |
|-------|---|----------|---|-----------------------------------|
| 1     | 2   | 3        | 4   | 5                                 |
|       |   |          | диффузорном течении газа. Скорость газа и его массовый расход при адиабатном течении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений.           |                                   |
| 7.    | Термодинамический анализ процессов в компрессорах                           | 0,4      | Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.   | ОПК-2.3<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3     |
| 8.    | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ) | 0,4      | Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в P <sub>v</sub> - и TS- диаграммах.                                     | ОПК-4.2<br>ОПК-4.3                |
| 9.    | Циклы паросиловых установок   | 0,4      | Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в P <sub>v</sub> , TS и HS диаграммах. | ОПК-2.2<br>ОПК-4.1                |
| 10.   | Циклы холодильных установок   | 0,4      | Классификация холодильных установок. Рабочие тела.  | ОПК-2.1<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1     |
|       | <b>ВСЕГО</b>  | <b>4</b> |   |                                   |

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часы     | Тема занятия                                | Индикаторы достижения компетенции                              |
|-------|---|----------|---|--|
| 1     | 2   | 3        | 4   | 6  |
| 1.    | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ) | 2        | Измерение теплоемкости воздуха              | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 2.    | Циклы паросиловых установок   | 2        | Исследование кривой насыщения водяного пара | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
|       | <b>ВСЕГО</b>  | <b>4</b> |   |  |

## 8. Самостоятельная работа

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу                       | Часы      | Форма СРС                              | Индикаторы достижения компетенции                              |
|-------|---|-----------|--|--|
| 1     | 2   | 3         | 5                                      | 6  |
| 1.    | Основы термодинамики  | 2         | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.2<br>ОПК-4.2   |
| 2.    | Первый закон термодинамики                                      | 2         | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 3.    | Термодинамические процессы                                      | 2         | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.1<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1                                  |
| 4.    | Второй закон термодинамики                                      | 1         | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.1<br>ОПК-4.3   |
| 5.    | Исследование кривой насыщения водяного пара                     | 10        | подготовка к лабораторной работе       | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 6.    | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров | 10        | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.2<br>ОПК-4.2   |
| 7.    | Термодинамический анализ  | 14        | подготовка к контрольной работе        | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3            |
| 8.    | Измерение теплоёмкости воздуха                                  | 10        | подготовка к лабораторной работе       | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 9.    | Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом   | 8         | выполнение расчетно-графической работы | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3                                  |
| 10.   | Термодинамический анализ цикла Ренкина                          | 18        | выполнение расчетно-графической работы | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3                                  |
| 11.   | Основы технической термодинамики                                | 15        | подготовка к тестированию              | ОПК-2.1<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1                                  |
|       | <b>ВСЕГО</b>  | <b>92</b> |  |  |

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу                        | Часы | Форма КСР                   | Индикаторы достижения компетенции                              |
|-------|--|------|-----------------------------|--|
| 1     | 2  | 3    | 5                           | 6  |
| 1.    | Исследование кривой насыщения водяного пара                      | 0,5  | прием лабораторной работы   | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 2.    | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. | 0,5  | проверка контрольной работы | ОПК-2.2<br>ОПК-4.2   |
| 3.    | Термодинамический анализ процессов                               | 0,5  | проверка контрольной работы | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3            |
| 4.    | Измерение теплоёмкости воздуха                                   | 0,5  | прием лабораторной работы   | ОПК-2.1  |

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу                     | Часы     | Форма КСР                            | Индикаторы достижения компетенции                   |
|-------|---|----------|--------------------------------------|---|
| 1     | 2   | 3        | 5                                    | 6   |
|       |   |          |                                      | ОПК-2.2<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1<br>ОПК-4.2<br>ОПК-4.3 |
| 5.    | Расчет цикла тепловых двигателей с газообразным рабочим телом | 0,5      | проверка расчетно-графической работы | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3                       |
| 6.    | Термодинамический анализ цикла Ренкина                        | 0,5      | проверка расчетно-графической работы | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ОПК-2.3                       |
| 7.    | Основы технической термодинамики                              | 1        | проверка тестирования                | ОПК-2.1<br>ОПК-2.3<br>ОПК-4.1                       |
|       | <b>ВСЕГО</b>  | <b>4</b> |                                      |   |

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используется рейтинговая система. 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» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

| Оценочные средства          | Кол-во | Мин.баллов | Макс.баллов |
|-----------------------------|--------|------------|-------------|
| <b>6-й семестр</b>          |        |            |             |
| Лабораторная работа         | 2      | 32         | 50          |
| Расчетно-графическая работа | 2      | 16         | 26          |
| Контрольная работа          | 1      | 4          | 6           |
| Тест                        | 1      | 8          | 18          |
| <b>Итого</b>                |        | <b>60</b>  | <b>100</b>  |

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и 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 «Техническая термодинамика и теплотехника» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Основные источники информации   | Количество экземпляров  |
|---|---|
| Г. В. Белов, Техническая термодинамика [Прочее] Учебное пособие для вузов: Москва : Юрайт, 2020   | <a href="https://urait.ru/bcode/451532">https://urait.ru/bcode/451532</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ         |
| Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов, М.С. Курбангалеев [и др.], Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017 | 130 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  |
| Н. М. Цирельман, Техническая термодинамика [Электронный ресурс] учебное пособие:  | <a href="https://e.lanbook.com/book/107965">https://e.lanbook.com/book/107965</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |

**11.2. Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| <b>Дополнительные источники информации</b>   | <b>Количество экземпляров</b>   |
|--|---|
| В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк, Техническая термодинамика и теплопередача [Прочее] Учебник Для СПО: Москва : Юрайт, 2020  | <a href="https://urait.ru/bcode/457110">https://urait.ru/bcode/457110</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ             |
| В.В. Нащокин, Техническая термодинамика и теплопередача [Учебник] учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов: М. : Аз-book, 2008   | 987 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  |
| Р.Д. Амирханов, Д.Г. Амирханов, Техническая термодинамика [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2014   | 30 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»   |
| Д.Г. Нарышкин, Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи [Прочее] Учебное пособие: Москва : Издательский Центр РИОР; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016 | <a href="http://znanium.com/go.php?id=503896">http://znanium.com/go.php?id=503896</a><br>Режим доступа: по подписке КНИТУ |

**11.3. Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

**УНИЦ**  
*Согласовано*

**11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Базы данных:

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

Офисные и деловые программы: АBBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;  
Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard  
Архиватор 7 Zip  
Блокнот Notepad  
Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams  
Научное ПО: Mathcad Education  
Научное ПО: Mathematica Standard

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

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. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,

с. результаты расчетов оформляются на принтере.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

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

### **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» составляет 3 ч.

В процессе освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения.