


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Г.М. Рахимова  
«02» 09 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.04 Техническая термодинамика и теплотехника

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»  
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная/заочная

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО

Курс, семестр очная форма 2 курс, 4 семестр

Курс, семестр заочная форма 2 курс, 4 семестр

|                        | Часы<br>(очная<br>форма<br>обучения) | Зачетные<br>единицы | Часы<br>(заочная<br>форма<br>обучения) | Зачетные<br>единицы |
|------------------------|--------------------------------------|---------------------|--|---------------------|
| Лекции                 | 18                                   | 0,5                 | 4                                      | 0,11                |
| Лабораторные занятия   | 18                                   | 0,5                 | 4                                      | 0,11                |
| Самостоятельная работа | 72                                   | 2                   | 96                                     | 2,67                |
| Форма аттестации       | зачет                                | -                   | зачет                                  | 0,11                |
| Всего                  | 108                                  | 3                   | 108                                    | 3                   |

Бугульма, 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 г. по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

доцент кафедры ТМО

И. М. М.  
(подпись)

Мутугуллина И. А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 01.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой ТМО

И. М. М.  
(подпись)

Мутугуллина И. А.  
(Ф.И.О.)

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы

от 01.09 2020 г. № 2

Председатель комиссии

Ф. К. А.  
(подпись)

Ахмедзянова Ф. К.  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.В.04 «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, энерготехнологических и других установок.

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

Дисциплина Б1.В.04 «Техническая термодинамика и теплотехника» относится к обязательным дисциплинам *вариативной* части образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.04 «Техническая термодинамика и теплотехника» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.12 «Физика»;

в) Б1.Б.12 «Общая и неорганическая химия».

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

а) Б1.Б.16 «Процессы аппарат химической технологии»;

б) Б1.Б.21 «Общая химическая технология».

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.04 «Техническая термодинамика и теплотехника» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики (в том числе научно-исследовательской работе), выполнении и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

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

ОПК-1 - способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

ОПК-2 - готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;

ПК-11 - способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.

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

##### **1) Знать:**

а) закономерности основных термодинамических процессов с идеальным и реальным газами;

##### **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 термодинамическими методами повышения эффективности использования подводимой энергии.

##### **3) Владеть:**

а) принципами оптимизации энерготехнологических схем: принцип «многоступенчатости».

б) принципами, связанными с входом и выходом энергоносителей;

в) принципами регенерации и интеграцию.

### **4. Структура и содержание дисциплины Техническая термодинамика и теплотехника**

Общая трудоемкость дисциплины составляет для очной формы обучения 3 зачетных единицы, 108 часа; для заочной формы обучения 3 зачетных единицы, 108 часа.

Таблица 1а

## Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

| №<br>п<br>/п     | Раздел дисциплины  | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                         |                        |           | Оценочные средства<br>для проведения<br>промежуточной<br>аттестации по разделам |
|------------------|--|---------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|---|
|                  |  |         | Лекции                           | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы | СРС       |   |
| 1.               | Основные понятия и определения термодинамики                                 | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Расчетная работа</i>   |
| 2.               | Первый закон термодинамики.  | 4       | 2                                |                         | 6                      | 8         | <i>Защита лабораторной работы. Тестирование</i>                                 |
| 3.               | Основные термодинамические процессы с идеальным газом.                       | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Тестирование</i>   |
| 4.               | Второй закон термодинамики   | 4       | 2                                |                         | 6                      | 8         | <i>Защита лабораторной работы. Тестирование</i>                                 |
| 5.               | Реальные газы  | 4       | 2                                |                         | 6                      | 8         | <i>Защита лабораторной работы</i>   |
| 6.               | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.             | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Контрольная работа</i>   |
| 7.               | Термодинамический анализ процессов в компрессорах                            | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Расчетная работа</i>   |
| 8.               | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Опрос на лекции</i>  |
| 9.               | Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок                     | 4       | 2                                |                         |                        | 8         | <i>Итоговое тестирование</i>  |
| <b>ИТОГО</b>     |  |         | <b>18</b>                        | <b>-</b>                | <b>18</b>              | <b>72</b> |   |
| Форма аттестации |  |         |                                  |                         |                        |           | <i>Зачет</i>  |

Таблица 16

## Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

| №<br>п<br>/п     | Раздел дисциплины   | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                      |                     |           | Оценочные средства<br>для проведения<br>промежуточной<br>аттестации по разделам |
|------------------|---|---------|----------------------------------|----------------------|---------------------|-----------|---|
|                  |   |         | Лекции                           | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС       |   |
| 1.               | Основные понятия и определения термодинамики  | 4       | 0,5                              |                      |                     | 12        | <i>Расчетная работа</i>   |
| 2.               | Первый закон термодинамики.   | 4       | 0,5                              |                      | 1                   | 12        | <i>Защита лабораторной работы. Тестирование</i>                                 |
| 3.               | Основные термодинамические процессы с идеальным газом.  | 4       | 0,5                              |                      |                     | 12        | <i>Тестирование</i>   |
| 4.               | Второй закон термодинамики  | 4       | 0,5                              |                      | 1                   | 12        | <i>Защита лабораторной работы. Тестирование</i>                                 |
| 5.               | Реальные газы   | 4       | 0,5                              |                      | 2                   | 12        | <i>Защита лабораторной работы</i>   |
| 6.               | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.  | 4       | 0,5                              |                      |                     | 12        | <i>Контрольная работа</i>   |
| 7.               | Термодинамический анализ процессов в компрессорах   | 4       | 0,5                              |                      |                     | 12        | <i>Расчетная работа</i>   |
| 8.               | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок | 4       | 0,5                              |                      |                     | 12        | <i>Опрос на лекции<br/>Итоговое тестирование</i>                                |
| <b>ИТОГО</b>     |   |         | <b>4</b>                         | <b>-</b>             | <b>4</b>            | <b>96</b> |   |
| Форма аттестации |   |         | Зачет                            |                      |                     |           |   |

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма) с указанием формируемых компетенций

Таблица 2 а

| № п/п | Раздел дисциплины                                      | Часы | Тема лекционного занятия            | Краткое содержание  | Формируемые компетенции     |
|-------|--|------|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| 1.    | Основные понятия и определения термодинамики           | 2    | Предмет термодинамики               | Основные параметры состояния тела.<br>Понятие о термодинамическом процессе.<br>Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы.<br>Термодинамическое равновесие.<br>Теплоемкость.   | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 2.    | Первый закон термодинамики.                            | 2    | Первый закон термодинамики          | Формулировки первого закона термодинамики.<br>Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы.<br>Уравнение первого закона термодинамики для потока   | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 3.    | Основные термодинамические процессы с идеальным газом. | 2    | Основные термодинамические процессы | Равновесные термодинамические процессы и их обратимость.<br>Изотермический процесс. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Адиабатный процесс. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического изобарного, изохорного и адиабатного процессов.<br>Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа, внутренняя энергия и | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |

|    |  |   |                                      |   |                             |
|----|--|---|--------------------------------------|---|-----------------------------|
|    |  |   |                                      | теплота политропного процесса.  |                             |
| 4. | Второй закон термодинамики                                       | 2 | Второй закон термодинамики           | Положение второго закона термодинамики. Циклы прямые и обратные. Цикл Карно. Теорема Карно. Интеграл Клаузиуса. Энтропия, термодинамическое тождество. Энтропия и термодинамическая вероятность. Физический смысл энтропии. $T - s$ диаграмма. Изображение на $Ts$ - диаграмме основных процессов. $Ts$ - диаграмма для идеального газа. Цикл Карно на $Ts$ - диаграмме | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 5. | Реальные газы  | 2 | Реальные газы и пары                 | Понятие о фазовом переходе. Уравнение состояния реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса). Вириальные уравнения состояния реальных газов. Парообразование при постоянном давлении. Тройная точка. Фазовые переходы. Таблица термодинамических свойств веществ.   | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 6. | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. | 2 | Термодинамика потока. Течение газов  | Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при   | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 7. | Термодинамический анализ   | 2 | Термодинамический анализ процессов в | Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод  | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |



|    |  |   |                         |  |                             |
|----|--|---|-------------------------|--|-----------------------------|
|    | процессов в компрессорах   |   | компрессорах            | компрессора.<br>Действительный компрессор.<br>Многоступенчатый компрессор  |                             |
| 8. | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). | 2 | Термодинамические циклы | Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания. Цикл ГТУ с использованием теплоты реакций химических процессов. Изображение цикла в PV- и TS-диаграммах.  | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 9. | Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок                     | 2 | Термодинамические циклы | Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на к.п.д. цикла. Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках. Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин: воздушная холодильная машина, паро-компрессорная холодильная машина. | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |

Таблица 2 б

| № п/п | Раздел дисциплины                             | Часы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание  | Формируемые компетенции     |
|-------|---|------|--------------------------|---|-----------------------------|
| 1.    | Основные понятия и определения термодинамик и | 0,5  | Предмет термодинамики    | Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Теплоемкость. | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 2.    | Первый закон                                  | 0,5  | Первый закон             | Формулировки первого  | <i>ОПК-1, ОПК- 2,</i>       |

|    |  |     |  |   |                                 |
|----|--|-----|--|---|---------------------------------|
|    | термодинамик<br>и.   |     | термодинамики                              | закона термодинамики.<br>Уравнение первого<br>закона термодинамики<br>для закрытой системы.<br>Уравнение первого<br>закона термодинамики<br>для потока  | <i>ПК-11</i>                    |
| 3. | Основные<br>термодинамич<br>еские<br>процессы с<br>идеальным<br>газом. | 0,5 | Основные<br>термодинамиче<br>ские процессы | Равновесные<br>термодинамические<br>процессы и их<br>обратимость.<br>Изотермический<br>процесс. Изохорный<br>процесс. Изобарный<br>процесс. Адиабатный<br>процесс. Работа,<br>внутренняя энергия и<br>теплота<br>изотермического<br>изобарного, изохорного<br>и адиабатного<br>процессов. Зависимость<br>между параметрами газа<br>в политропном<br>процессе. Работа,<br>внутренняя энергия и<br>теплота политропного<br>процесса.  | <i>ОПК-1, ОПК- 2,<br/>ПК-11</i> |
| 4. | Второй закон<br>термодинамик<br>и                                      | 0,5 | Второй закон<br>термодинамики              | Положение второго<br>закона термодинамики.<br>Циклы прямые и<br>обратные. Цикл Карно.<br>Теорема Карно.<br>Интеграл Клаузиуса.<br>Энтропия,<br>термодинамическое<br>тождество. Энтропия и<br>термодинамическая<br>вероятность.<br>Физический смысл<br>энтропии. $T - s$<br>диаграмма.<br>Изображение на $Ts$ -<br>диаграмме основных<br>процессов. $Ts$ -<br>диаграмма для<br>идеального газа. Цикл<br>Карно на $Ts$ -<br>диаграмме | <i>ОПК-1, ОПК- 2,<br/>ПК-11</i> |
| 5. | Реальные газы  | 0,5 | Реальные газы<br>и пары                    | Понятие о фазовом<br>переходе. Уравнение<br>состояния реальных<br>газов (уравнение Ван-<br>дер-Ваальса).<br>Вириальные уравнения<br>состояния реальных  | <i>ОПК-1, ОПК- 2,<br/>ПК-11</i> |

|    |   |     |   |   |                             |
|----|---|-----|---|---|-----------------------------|
|    |   |     |   | газов. Парообразование при постоянном давлении. Тройная точка. Фазовые переходы. Таблица термодинамических свойств веществ.   |                             |
| 6. | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.  | 0,5 | Термодинамика потока. Течение газов               | Располагаемая работа газа. Скорость истечения и расход газа. Истечение из суживающихся сопел. Исследование процесса истечения. Комбинированные сопла. Истечение при наличии трения  | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 7. | Термодинамический анализ процессов в компрессорах   | 0,5 | Термодинамический анализ процессов в компрессорах | Одноступенчатые компрессоры. Работа и мощность на привод компрессора. Действительный компрессор. Многоступенчатый компрессор  | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |
| 8. | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок | 0,5 | Термодинамические циклы                           | Циклы газотурбинных установок (ГТУ) и двигателей внутреннего сгорания. Цикл ГТУ с использованием теплоты реакций химических процессов. Изображение цикла в PV- и TS-диаграммах. Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров на к.п.д. цикла. Комбинированное производство электроэнергии и теплоты на теплосиловых установках. Теплофикационный цикл. Циклы холодильных машин: воздушная холодильная машина, пароконденсаторная машина, пароконденсаторная машина. | <i>ОПК-1, ОПК- 2, ПК-11</i> |

## 6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом

7. *Содержание лабораторных занятий* (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта прикладных исследований в области термодинамики и теплопередачи.

Таблица 3 а

| № п/п | Раздел дисциплины           | Часы | Наименование лабораторной работы            | Краткое содержание   | Формируемые компетенции    |
|-------|-----------------------------|------|---|--|----------------------------|
| 1.    | Первый закон термодинамики. | 6    | Определение отклонения теплоемкости воздуха | Для изучения термодинамических процессов, в которых рабочим телом является воздух. Для определения коэффициента Пуассона используется метод Клемана-Дезорма. В установке обеспечена возможность применения двух методов.                             | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 2.    | Второй закон термодинамики  | 6    | Определение удельной теплоемкости воздуха   | Для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. В работе измеряется электрическая мощность, подводимая к нагревателю проточной части калориметра, температура воздуха на входе и выходе калориметра, объемный расход воздуха. | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |

|    |               |   |   |   |                            |
|----|---------------|---|---|---|----------------------------|
| 3. | Реальные газы | 6 | Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе | Для изучения процесса сушки хлопчатобумажной ткани в теплоизолированном сосуде (сушильной камере) горячим потоком воздуха измеряется объемный расход воздуха в калорифер. Измеряется влажность воздуха на входе и выходе сушильной камеры. Измеряется температура воздуха на входе. | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
|----|---------------|---|---|---|----------------------------|

Таблица 3 б

| № п/п | Раздел дисциплины           | Часы | Наименование лабораторной работы            | Краткое содержание   | Формируемые компетенции    |
|-------|-----------------------------|------|---|--|----------------------------|
| 1.    | Первый закон термодинамики. | 1    | Определение отклонения теплоемкости воздуха | Для изучения термодинамических процессов, в которых рабочим телом является воздух. Для определения коэффициента Пуассона используется метод Клемана-Дезорма. В установке обеспечена возможность применения двух методов. | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 2.    | Второй закон термодинамики  | 1    | Определение удельной теплоемкости воздуха   | Для определения удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. В работе измеряется электрическая мощность, подводимая к  | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |

|    |               |   |   |   |                     |
|----|---------------|---|---|---|---------------------|
|    |               |   |   | нагревателю проточной части калориметра, температура воздуха на входе и выходе калориметра, объемный расход воздуха.  |                     |
| 3. | Реальные газы | 2 | Изучение термодинамических процессов во влажном воздухе | Для изучения процесса сушки хлопчатобумажной ткани в теплоизолированном сосуде (сушильной камере) горячим потоком воздуха измеряется объемный расход воздуха в калорифер. Измеряется влажность воздуха на входе и выходе сушильной камеры. Измеряется температура воздуха на входе. | ОПК-1, ОПК-2, ПК-11 |

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры ТМО с использованием специального лабораторного оборудования.

**8. Самостоятельная работа бакалавра** (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Таблица 4 а

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу    | Часы | Форма СРС   | Формируемые компетенции |
|-------|--|------|---|-------------------------|
| 1.    | Основные понятия и определения термодинамики | 8    | Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов» | ОПК-1, ОПК-2, ПК-11     |
| 2.    | Первый закон термодинамики.                  | 8    | Проработка материала, подготовка к лабораторной   | ОПК-1, ОПК-2, ПК-11     |

|    |  |   |   |                            |
|----|--|---|---|----------------------------|
|    |  |   | <i>работе, оформление отчета, подготовка к тестированию</i>   |                            |
| 3. | Основные термодинамические процессы с идеальным газом.                       | 8 | <i>Проработка материала, подготовка к тестированию</i>  | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 4. | Второй закон термодинамики   | 8 | <i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию</i> | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 5. | Реальные газы  | 8 | <i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета</i>                            | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 6. | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.             | 8 | <i>Проработка материала подготовка к контрольной работе</i>   | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 7. | Термодинамический анализ процессов в компрессорах                            | 8 | <i>Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»</i>                          | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 8. | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). | 8 | <i>Проработка материала. Подготовка к опросу на лекции</i>  | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 9. | Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок                     | 8 | <i>Проработка материала. Подготовка к опросу на лекции, подготовка к итоговому тестированию</i>             | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |

Таблица 4 б

| <b>№ п/п</b> | <b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>       | <b>Часы</b> | <b>Форма СРС</b>   | <b>Формируемые компетенции</b> |
|--------------|--|-------------|--|--------------------------------|
| 1.           | Основные понятия и определения термодинамики           | 12          | <i>Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Расчет термических и калорических параметров состояния термодинамической системы, представленной смесью газов»</i> | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i>     |
| 2.           | Первый закон термодинамики.                            | 12          | <i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию</i>  | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i>     |
| 3.           | Основные термодинамические процессы с идеальным газом. | 12          | <i>Проработка материала, подготовка к тестированию</i>   | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i>     |
| 4.           | Второй закон   | 12          | <i>Проработка материала,</i>   | <i>ОПК-1, ОПК-</i>             |

|    |   |    |   |                            |
|----|---|----|---|----------------------------|
|    | термодинамики   |    | <i>подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, подготовка к тестированию</i>           | <i>2, ПК-11</i>            |
| 5. | Реальные газы   | 12 | <i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, оформление отчета</i>                | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 6. | Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.  | 12 | <i>Проработка материала, подготовка к контрольной работе</i>                                    | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 7. | Термодинамический анализ процессов в компрессорах   | 12 | <i>Проработка материала, подготовка к расчетной работе по теме «Газовые смеси»</i>              | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |
| 8. | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок (ГТУ). Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок | 12 | <i>Проработка материала. Подготовка к опросу на лекции, подготовка к итоговому тестированию</i> | <i>ОПК-1, ОПК-2, ПК-11</i> |

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 4-ый семестр завершается проставлением зачета и соответствующего ему числа баллов (60÷100).

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение и защита лабораторных работ, расчетные работы, тестирование, коллоквиум, итоговое тестирование. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

| <i>Оценочные средства</i>  | <i>Кол-во</i> | <i>Min, баллов</i> | <i>Max, баллов</i> |
|----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| <i>Контрольная работа</i>  | <i>1</i>      | <i>15</i>          | <i>26</i>          |
| <i>Лабораторная работа</i> | <i>3</i>      | <i>15</i>          | <i>24</i>          |
| <i>Расчетная работа</i>    | <i>2</i>      | <i>10</i>          | <i>14</i>          |
| <i>Тест</i>                | <i>3</i>      | <i>10</i>          | <i>16</i>          |
| <i>Письменный опрос</i>    | <i>1</i>      | <i>10</i>          | <i>20</i>          |
| <i>Зачет</i>               |               |                    |                    |
| <i>Итого</i>               |               | <i>60</i>          | <i>100</i>         |



## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

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

| Основные источники информации   | Кол-во экз.   |
|---|---|
| 1. Белов Г. В. Термодинамика: учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. Москва: Издательство Юрайт, 2016. 509 с. (Бакалавр. Академический курс). ISBN 978-5-9916-5636-8.     | Электронная библиотека Юрайт<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/385732">https://urait.ru/bcode/385732</a><br>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»    |
| 2. Белов Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 264 с. (Высшее образование).                       | Электронная библиотека «Юрайт».<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/451800">https://urait.ru/bcode/451800</a><br>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ» |
| 3. Белов Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 248 с (Высшее образование). ISBN 978-5-534-05094-3 | Электронная библиотека Юрайт<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/451802">https://urait.ru/bcode/451802</a><br>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»    |
| 4. Мутугуллина И. А. Техническая термодинамика. Курс лекция: учебное пособие / И. А. Мутугуллина. Казань: РИЦ Школа, 2017. 127 с  | 30  |
| 5 Мутугуллина И. А. Техническая термодинамика. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / И. А. Мутугуллина. Казань: РИЦ Школа, 2020. -30 с  | 30  |

10.2 *Дополнительная литература* В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу

| Дополнительные источники информации  | Кол-во экз.   |
|--|---|
| 1. Белов Г. В. Техническая термодинамика: учебное пособие для вузов / Г. В. Белов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2020. 252 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-05091-2. | ЭБС Юрайт . —<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/451532">https://urait.ru/bcode/451532</a><br>Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»       |
| 2. Белов Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. 2-е изд., испр. и доп. М. : Издательство Юрайт, 2016. 248 с. (Серия : Бакалавр. | Электронная библиотека «Юрайт». <a href="http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F">http://www.biblio-online.ru/book/60B89B1A-294F-438C-A343-07469F39205F</a> . |

|  |   |
|--|---|
| Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3. | Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ «КНИТУ» |
|--|---|

### 10.3 Электронные источники информации

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

| Электронные источники информации   |
|--|
| 1.Российская государственная библиотека – Режим доступа: <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>            |
| 2.Научная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова – Режим доступа: <a href="http://www.nbmgu.ru">www.nbmgu.ru</a>   |
| 3.Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <a href="http://ruslan.kstu.ru/">http://ruslan.kstu.ru/</a>  |
| 4.Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/">http://ft.kstu.ru/ft/</a> |
| 5.Университетская библиотека online – Режим доступа: <a href="http://www/biblioclub.ru">www/biblioclub.ru</a>  |

Согласовано:

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

### 11. Оценочные средства для определения результатов 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.

### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы.

| Наименование раздела (темы) дисциплины | Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса                | Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения   |
|--|--|---|
| 1-9                                    | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К, 104) | - мультимедийный проектор;<br>- персональный компьютер;<br>- настенный экран;<br>- акустические колонки;<br>- учебные столы, стулья;<br>- доска передвижная;<br>- стол преподавателя. |
|  | Лаборатория термодинамики и теплообмена (К, 213)                   | - учебно – наглядные пособия;<br>- установка для изучения термодинамических процессов во влажном воздухе, установка для   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | определения удельной теплоемкости воздуха, установка для определения отклонения теплоемкости воздуха. |
|  | Помещение для самостоятельной работы (К, 318) | - персональный компьютер (1);<br>- доска;<br>- учебные столы, стулья;<br>- стол преподавателя.        |

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

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия. Один из видов самостоятельной практической работы обучающихся, на котором путем проведения экспериментов происходит углубление и закрепление теоретических знаний в интересах профессиональной подготовки.

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»  
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры ТМО  
(наименование кафедры)

| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений | Подпись разработчика РП | Подпись заведующего кафедрой | Подпись начальника УМО |
|-------|------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1     |                              |                         |                      |                         |                              |                        |
| 2     |                              |                         |                      |                         |                              |                        |
|       |                              |                         |                      |                         |                              |                        |
|       |                              |                         |                      |                         |                              |                        |