

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Новомосковский институт (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«Российский химико-технологический университет**  
**имени Д.И. Менделеева»**

УТВЕРЖДАЮ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.05 «Техническая термодинамика»**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность: «Технология и переработка полимеров»

«Технология электрохимических производств»

«Химическая технология органических веществ»

«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Новомосковск - 2022**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### **Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы**

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

Федеральный закон от 31.07.2020 г №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалиста, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 г N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3++) по специальности 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652;

Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. N 885/390 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 сентября 2020 г., регистрационный N 59778);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн)

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные нормативные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019;

Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Основная профессиональная образовательная программа (далее – Программа, ОПОП) составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень бакалавриата) по специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (ФГОС ВО), рекомендациями Учебно-методической комиссии НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой Фундаментальная химия НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее – Институт). Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в Институте системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий полностью или частично.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области технической термодинамики:

- изучение энерготехнологических процессов химической технологии, а также методов расчета эффективности работы оборудования на основе термодинамического анализа.

- выбор оборудования при проектировании и эксплуатации химических производств с позиции сокращения энергетических потерь и утилизации вторичных энергоресурсов

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина реализуется в рамках базовой части ООП.Б1.В.05 Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Математика, Физика, Общая и неорганическая химия, Физическая химия, Органическая химия

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих компетенций и индикаторов их достижения:

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения

| № п/п | Категория (группа) - компетенций | Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                    | В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:                   |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                  |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | знать                                                                          | уметь                                                                                                                   | владеть                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1     | Профессиональные навыки          | <b>ПК-2</b> Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведение в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для изменения базовых параметров техпроцесса. | <b>ПК-2.2</b> Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических | - фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах. | - выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ) | - навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования. |

#### В результате изучения дисциплины студент должен:

##### *Знать:*

- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.

##### *Уметь:*

- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)

**Владеть:**

- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА***Семестр 7*

| Вид учебной работы                                 | Объем |          |          | в том числе в форме практической подготовки |          |          |
|----------------------------------------------------|-------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|
|                                                    | з.е.  | акад. ч. | астр. ч. | з.е.                                        | акад. ч. | астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                      | 3     | 108      |          |                                             |          |          |
| Контактная работа - аудиторные занятия:            |       | 46       |          |                                             |          |          |
| Лекции                                             |       | 30       |          |                                             |          |          |
| Практические занятия (ПЗ)                          |       | 16       |          |                                             | 16       |          |
| Самостоятельная работа                             |       | 62       |          |                                             |          |          |
| Самостоятельная работа в присутствии преподавателя |       |          |          |                                             |          |          |
| Консультация                                       |       |          |          |                                             |          |          |
| Форма (ы) контроля:                                | Зачет |          |          |                                             |          |          |

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****6.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

|          |                                                                | ак. часов |                                      |             |                                      |               |                                      |                |                                      |                |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|
| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                              | Всего     | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Лек-<br>ции | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Прак.<br>зан. | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Лаб.<br>работы | в т.ч. в<br>форме<br>практ.<br>подг. | Сам.<br>работа |
| 1.       | Тема 1. Предмет, задачи и роль курса технической термодинамики | 4         |                                      | 2           |                                      | -             |                                      | -              |                                      | 2              |
| 2.       | Тема 2Первый закон термодинамики                               | 10        |                                      | 2           |                                      | 2             |                                      |                |                                      | 6              |

|     |                                                                      |            |  |           |  |           |  |  |  |           |
|-----|----------------------------------------------------------------------|------------|--|-----------|--|-----------|--|--|--|-----------|
| 3.  | Тема 3 Второй закон термодинамики                                    | 10         |  | 2         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 4.  | Тема 4 Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы        | 10         |  | 2         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 5.  | Тема 5 Термодинамические свойства веществ                            | 10         |  | 2         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 6.  | Тема 6 Основные термодинамические процессы.                          | 12         |  | 4         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 7.  | Тема 7 Процессы течения газов и жидкостей                            | 12         |  | 4         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 8.  | Тема 8 Общие методы анализа эффективности циклов тепловых установок. | 12         |  | 4         |  | 2         |  |  |  | 6         |
| 9.  | Тема 9 Теплосиловые газовые циклы                                    | 9          |  | 2         |  | 1         |  |  |  | 6         |
| 10. | Тема 10 Теплосиловые паровые циклы                                   | 9          |  | 2         |  | 1         |  |  |  | 6         |
| 11. | Тема 11 Основы химической термодинамики                              | 9          |  | 2         |  | 1         |  |  |  | 6         |
|     | Консультация                                                         |            |  |           |  |           |  |  |  |           |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                         | <b>108</b> |  | <b>30</b> |  | <b>16</b> |  |  |  | <b>62</b> |

## 6.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | <b>Предмет, задачи и роль курса технической термодинамики</b> | Термодинамические параметры состояния рабочего тела. Понятие о термодинамическом процессе. Уравнения состояния идеальных                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2     | <b>Первый закон термодинамики</b>                             | Первый закон термодинамики как форма закона сохранения энергии при ее превращениях. Работа. Свойства работы как формы обмена энергией. Теплота. Свойства теплоты как формы обмена энергией. Основное уравнение термодинамики. Особенности открытых систем. Уравнения первого закона термодинамики для открытых систем. Энтальпия и располагаемая работа. |
| 3     | <b>Второй закон термодинамики</b>                             | Циклы. Термический КПД. Обратимые и необратимые циклы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4     | <b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b> | Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Устойчивость фаз                                                                                                                                                                                                                            |
| 5     | <b>Термодинамические свойства веществ</b>                     | Термические и калорические свойства твердых тел и жидкостей. Свойства реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Двух фазные системы. Термодинамические диаграммы.                                                                                                                                                                              |
| 6     | <b>Основные термодинамические процессы.</b>                   | Политропный, изобарный, изохорный, адиабатный процессы. Графическое изображение этих процессов. Особенности расходования подведенной к рабочему телу теплоты на изменение внутренней энергии и совершение рабочим телом внешней работы                                                                                                                   |
| 7     | <b>Процессы течения газов и</b>                               | Основные уравнения процессов течения. Скорость звука. Истечение из                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>жидкостей</b>                                                     | суживающих сопл. Скорость звука. Сопло Лавалья. Общие закономерности течения.                                                                    |
| 8  | <b>Общие методы анализа эффективности циклов тепловых установок.</b> | Методы сравнения КПД обратимых циклов. Эксергетический метод анализа эффективности тепловых установок.                                           |
| 9  | <b>Теплосиловые газовые циклы</b>                                    | Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок.                                                                  |
| 10 | <b>Теплосиловые паровые циклы</b>                                    | Цикл Карно. Цикл Ренкина. Циклы парогазовых установок.                                                                                           |
| 11 | <b>Основы химической термодинамики</b>                               | Термохимия. Закон Гесса. Химическое равновесие и второй закон термодинамики. Константа равновесия и степень диссоциации. Тепловой закон Нернста. |

## 7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | В результате освоения дисциплины студент должен:                                                                                                                                                                                                         | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 | Раздел 6 | Раздел 7 | Раздел 8 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах                                                                                                                                                                              | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)                                                                                                                                    | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        |
|   | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | - навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        |

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами их достижения:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                       | Раздел 1 | Раздел 2 | Раздел 3 | Раздел 4 | Раздел 5 | Раздел 6 | Раздел 7 | Раздел 8 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>ПК-2</b> Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведение в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для изменения базовых параметров технологического процесса. | <b>ПК-2.2</b><br>Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        | +        |

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 8.1. Практические занятия

Темы практических занятий по дисциплине

| № п/п | № раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                        | Часы |
|-------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.    | 2                    | <b>Первый закон термодинамики</b>                                                | 2    |
| 2.    | 3                    | <b>Второй закон термодинамики .</b>                                              | 2    |
| 3.    | 4                    | <b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b>                    | 2    |
| 4.    | 5                    | <b>Анализ высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установок.</b> | 2    |
| 5.    | 6                    | <b>Термодинамические свойства веществ .</b>                                      | 2    |
| 6.    | 7                    | <b>Процессы течения газов и жидкостей</b>                                        | 2    |
| 7.    | 8                    | <b>Общие методы анализа эффективности циклов тепловых установок.</b>             | 1    |
| 8.    | 9                    | <b>Теплосиловые газовые циклы</b>                                                | 1    |
| 9.    | 10.                  | <b>Теплосиловые паровые циклы</b>                                                | 1    |
| 10.   | 11.                  | <b>Основы химической термодинамики</b>                                           | 1    |

## **9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Самостоятельная работа проводится с целью освоения знаний и умений по дисциплине и предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах, конференциях, проводимых в Институте по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена и лабораторного практикума по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам надо осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **10. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Оценочные материалы представлены в виде отдельного документа – Фонда оценочных средств, являющегося неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации в установленном в Институте порядке.

### **11.1. Образовательные технологии**

Образовательный процесс при освоении дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Возможна реализация ОПОП с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результа-

тов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

### **11.2. Лекции**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

### **11.3. Занятия семинарского типа**

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- выполнение заданий (решение задач);

Оценивание практических заданий входит в оценку.

### **11.4. Самостоятельная работа студента**

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

### **11.5. Методические рекомендации для преподавателей**

#### **Основные принципы обучения**

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание одно семестровой учебной дисциплины пре-

вращать в много семестровое. Возникшая академическая задолженность должна быть ликвидирована в период следующего семестра до начала зачетной недели.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать компьютерное или бланковое тестирование, контрольные коллоквиумы или контрольные работы.

Контрольное (итоговое) тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

1 изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;

2 логичность, четкость и ясность в изложении материала;

3 возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

4 опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;

5 тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

## **11.6. Методические указания для студентов**

### **По подготовке к лекционным занятиям**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

### **По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий**

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.
2. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.
3. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т.е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.
4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.
5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.
6. В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений, целесообразно сначала подставить в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.
7. При подстановке в уравнение числовых значений обозначенных величин, обратите внимание на то, чтобы все эти значения были в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо 24 700 подставить  $2,47 \cdot 10^4$ , вместо 0,00086 – число  $0,86 \cdot 10^{-3}$  и т. д.).
8. Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

### **По работе с литературой**

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

### **11.7. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
  - в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
  - методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).
- Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## **12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Информационную поддержку освоения дисциплины осуществляет библиотека Института, которая обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда на 01.03.2021 г составляет более 405 000 экз.

Библиотека располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информаци-

онные издания. Библиотека обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Института и Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

### 12.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| Основная литература                                                                                                                                                                      | Режим доступа      | Обеспеченность |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|
| О-1. Кириллин В.А. Техническая термодинамика: Учебник для ВУЗОВ /В.А. Кириллин, В.В Сычев, А.Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с.         | Библиотека НИ РХТУ | Да             |
| О-2. Сборник задач по технической термодинамике: Учебное пособие для студентов ВУЗОВ /Т.Н.Андрианова, В.Н. Зубарев и др./5-е изд., стереотип. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 356 с. | Библиотека НИ РХТУ | Да             |

### 12.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

«Химическая кинетика и катализ» ISSN 0453-8811

«Журнал физической химии» ISSN 0044-4537

### 12.3. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

1. Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openet.ru> (дата обращения: 11.07.2021).

2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/> (дата обращения: 11.07.2021).

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 11.07.2021).

Кафедра фундаментальная химия <https://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/fund.ht> (дата обращения: 11.07.2021).

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева <https://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html> (дата обращения: 11.07.2021).

Дисциплина «Физическая химия» <https://moodle.nirhtu.ru/course/view.php?id=1315> (дата обращения: 11.07.2021).

### 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая химия» проводятся в форме аудиторных, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы     | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория 452 (корпус 4)                                           | Учебные столы, стулья, доска, мел<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Аудитория для проведения занятий семинарского типа. 452(корпус 4)             | Учебные столы, стулья, доска, мел<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)            | Учебные столы, стулья, доска<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций обучающихся             | Учебные столы, стулья, доска, мел<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации                    | Учебные столы, стулья, доска, мел<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Аудитория для самостоятельной работы студентов                                | ПК Pentium 1000МГц с оперативной памятью 512 Мбайт и памятью на жестком диске 8 Гбайт (2 шт.) с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций.<br>Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.<br>Переносная презентационная техника (постоянное хранение в ауд. 470)<br>Принтер лазерный<br>Сканер | приспособлено (указать что именно)                                                                       |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Учебные столы, шкафы, стулья, доска<br>Средства (приборы, стенды), необходимые для проведения профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |
|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                          |

### 13.1. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Ноутбук Acer Extensa 4230 Intel Celeron 2.2 ГГц, 1,93 ГБ ОЗУ с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор Acer P 1265 (характеристики 1 x DLP, 1024x768, 2400 ANSI лм, F: 1.95 ÷ 2.14 : 1, лампа 1x 180 Вт)

Многофункциональное устройство Samsung 4200.

### 13.2. Программное обеспечение

Операционная система XP подтверждение лицензии The Novomoskovsk university (the branch) - EMDEPT - DreamSpark Premium <http://e5.onthetHub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10adc98b-e011-969d-0030487d8897>

Программное обеспечение, обеспечивает возможность просмотра материалов на электронных носителях, доступ к программам MS Office, программе компьютерного тестирования. SunRav.

## 14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                      | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | <b>Предмет, задачи и роль курса технической термодинамики</b>        | Термодинамические параметры состояния рабочего тела. Понятие о термодинамическом процессе. Уравнения состояния идеальных                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2     | <b>Первый закон термодинамики</b>                                    | Первый закон термодинамики как форма закона сохранения энергии при ее превращениях. Работа. Свойства работы как формы обмена энергией. Теплота. Свойства теплоты как формы обмена энергией. Основное уравнение термодинамики. Особенности открытых систем. Уравнения первого закона термодинамики для открытых систем. Энтальпия и располагаемая работа. |
| 3     | <b>Второй закон термодинамики</b>                                    | Циклы. Термический КПД. Обратимые и необратимые циклы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4     | <b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b>        | Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Устойчивость фаз                                                                                                                                                                                                                            |
| 5     | <b>Термодинамические свойства веществ</b>                            | Термические и калорические свойства твердых тел и жидкостей. Свойства реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Двух фазные системы. Термодинамические диаграммы.                                                                                                                                                                              |
| 6     | <b>Основные термодинамические процессы.</b>                          | Политропный, изобарный, изохорный, адиабатный процессы. Графическое изображение этих процессов. Особенности расходования подведенной к рабочему телу теплоты на изменение внутренней энергии и совершение рабочим телом внешней работы                                                                                                                   |
| 7     | <b>Процессы течения газов и жидкостей</b>                            | Основные уравнения процессов течения. Скорость звука. Истечение из суживающих сопел. Скорость звука. Сопло Лаваля. Общие закономерности течения.                                                                                                                                                                                                         |
| 8     | <b>Общие методы анализа эффективности циклов тепловых установок.</b> | Методы сравнения КПД обратимых циклов. Эксергетический метод анализа эффективности тепловых установок.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9     | <b>Теплосиловые газовые циклы</b>                                    | Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10    | <b>Теплосиловые паровые циклы</b>                                    | Цикл Карно. Цикл Ренкина. Циклы парогазовых установок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11    | <b>Основы химической термодинамики</b>                               | Термохимия. Закон Гесса. Химическое равновесие и второй закон термодинамики. Константа равновесия и степень диссоциации. Тепловой закон Нернста.                                                                                                                                                                                                         |

| Наименование разделов                                                 | Основные показатели оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Формы и методы контроля и оценки                   |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Тема 1. <b>Предмет, задачи и роль курса технической термодинамики</b> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и экс-</li> </ul> | Защита лабораторных работ<br>Итоговое тестирование |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                            |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                | <p>плуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                            |
| Тема 2 Первый закон термодинамики                              | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | <p>Защита лабораторных работ<br/>Итоговое тестирование</p> |
| Тема 3 Второй закон термодинамики                              | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | <p>Защита лабораторных работ<br/>Итоговое тестирование</p> |
| Тема 4. Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | <p>Защита лабораторных работ<br/>Итоговое тестирование</p> |
| Тема 5 Термодинамические свойства веществ                      | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Защита лабораторных работ<br/>Итоговое тестирование</p> |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                    |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                    |
| Тема 6. Основные термодинамические процессы.                   | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | Защита лабораторных работ<br>Итоговое тестирование |
| Тема 7. Процессы течения газов и жидкостей                     | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | Защита лабораторных работ<br>Итоговое тестирование |
| Тема 8. Общие методы анализа эффективности тепловых установок. | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> | Защита лабораторных работ<br>Итоговое тестирование |
| Тема 9. Теплосило-вые газовые циклы                            | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                 | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul>                                                                                                                                                       |  |
| <b>Тема 10. Теплосиловые газовые циклы</b>      | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> |  |
| <b>Тема 11. Основы химической термодинамики</b> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования</li> </ul> |  |

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Б1.О.16 Физическая химия**

**1. Общая трудоемкость** (з.е./ ак. час): 3 / 108. Форма промежуточного контроля: зачет. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

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

Дисциплина реализуется в рамках дисциплин по выбору Б1.В.05. Дисциплина является обязательной для освоения в 7 семестре 4 курсе.

**3. Цель и задачи изучения дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки обучающихся в области технической термодинамики

*Задачами* преподавания дисциплины являются:

- изучение энерготехнологических процессов химической технологии, а также методов расчета эффективности работы оборудования на основе термодинамического анализа
- выбор оборудования при проектировании и эксплуатации химических производств с позиции сокращения энергетических потерь и утилизации вторичных энергоресурсов.

**4. Содержание дисциплины**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                      | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | <b>Предмет, задачи и роль курса технической термодинамики</b>        | Термодинамические параметры состояния рабочего тела. Понятие о термодинамическом процессе. Уравнения состояния идеальных                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2     | <b>Первый закон термодинамики</b>                                    | Первый закон термодинамики как форма закона сохранения энергии при ее превращениях. Работа. Свойства работы как формы обмена энергией. Теплота. Свойства теплоты как формы обмена энергией. Основное уравнение термодинамики. Особенности открытых систем. Уравнения первого закона термодинамики для открытых систем. Энтальпия и располагаемая работа. |
| 3     | <b>Второй закон термодинамики</b>                                    | Циклы. Термический КПД. Обратимые и необратимые циклы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Энтропия.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4     | <b>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы</b>        | Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Устойчивость фаз                                                                                                                                                                                                                            |
| 5     | <b>Термодинамические свойства веществ</b>                            | Термические и калорические свойства твердых тел и жидкостей. Свойства реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Двух фазные системы. Термодинамические диаграммы.                                                                                                                                                                              |
| 6     | <b>Основные термодинамические процессы.</b>                          | Политропный, изобарный, изохорный, адиабатный процессы. Графическое изображение этих процессов. Особенности расходования подведенной к рабочему телу теплоты на изменение внутренней энергии и совершение рабочим телом внешней работы                                                                                                                   |
| 7     | <b>Процессы течения газов и жидкостей</b>                            | Основные уравнения процессов течения. Скорость звука. Истечение из суживающих сопел. Скорость звука. Сопло Лаваля. Общие закономерности течения.                                                                                                                                                                                                         |
| 8     | <b>Общие методы анализа эффективности циклов тепловых установок.</b> | Методы сравнения КПД обратимых циклов. Эксергетический метод анализа эффективности тепловых установок.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9     | <b>Теплосиловые газовые циклы</b>                                    | Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10    | <b>Теплосиловые паровые циклы</b>                                    | Цикл Карно. Цикл Ренкина. Циклы парогазовых установок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 11    | <b>Основы химической термодинамики</b>                               | Термохимия. Закон Гесса. Химическое равновесие и второй закон термодинамики. Константа равновесия и степень диссоциации. Тепловой закон Нернста.                                                                                                                                                                                                         |

## 5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ООП специалитета обучающийся должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами достижения компетенций:

**ПК-2** Способен принимать технические решения при разработке технологических процессов, их проведение в рамках регламентов, выявлять и устранять отклонения, выбирать технические средства для изменения базовых параметров техпроцесса.

### ПК-2.2

Способен обосновывать и принимать технические решения при выборе технологических операций в ходе разработки технологических процессов, учитывать экологические последствия применения конкретных технологий и технических

#### **Знать:**

- фундаментальные законы природы о превращениях энергии в различных процессах.

#### **Уметь:**

- выполнять термодинамические расчеты, связанные с анализом эффективности различных теплоэнергетических установок (ТЭУ)

#### **Владеть:**

- навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного химического производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования

## 6. Виды учебной работы и их объем

*Семестр 7*

| Вид учебной работы                                 | Объем |          |          | в том числе в форме практической подготовки |          |          |
|----------------------------------------------------|-------|----------|----------|---------------------------------------------|----------|----------|
|                                                    | з.е.  | акад. ч. | астр. ч. | з.е.                                        | акад. ч. | астр. ч. |
| Общая трудоемкость дисциплины                      | 3     | 108      |          |                                             |          |          |
| Контактная работа - аудиторные занятия:            |       | 46       |          |                                             |          |          |
| Лекции                                             |       | 30       |          |                                             |          |          |
| Практические занятия (ПЗ)                          |       | 16       |          |                                             | 16       |          |
| Самостоятельная работа                             |       | 62       |          |                                             |          |          |
| Самостоятельная работа в присутствии преподавателя |       |          |          |                                             |          |          |
|                                                    |       |          |          |                                             |          |          |
| Форма (ы) контроля:                                | Зачет |          |          |                                             |          |          |

Разработчик

доцент кафедры «\_\_\_\_\_» НИ РХТУ, к.т.н., доцент Мещеряков Г.В.

**Зав. кафедрой** «\_\_\_\_\_» НИ РХТУ, д.х.н., профессор Кизим Н.Ф.

### **Руководитель направления (ООП)**

д.х.н., профессор

Лебедев К.С.

к.х.н., доцент

Алексеев А.А.

к.т.н., доцент

Моисеев М.М.