

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института агроинженерии

 Н.Г. Корнешук

«23» мая 2024 г.

Кафедра «Математические и естественнонаучные дисциплины»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.23 ТЕПЛОФИЗИКА**

Направление подготовки **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность **Техносферная безопасность**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная, заочная**

Челябинск  
2024

Составитель – кандидат физико-математических наук, доцент Никишин Ю.А.

«14» мая 2024 г. (протокол №9).

Thc.

«21» мая 2024 г. (протокол №5).



Директор Научной библиотеки



И.В. Шатрова

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП   | 4  |
| 1.1. | Цель и задачи дисциплины  | 4  |
| 1.2. | Компетенции и индикаторы их достижений  | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре ОПОП   | 7  |
| 3.   | Объем дисциплины и виды учебной работы  | 7  |
| 3.1. | Распределение объема дисциплины по видам учебной работы   | 8  |
| 3.2. | Распределение учебного времени по разделам и темам  | 8  |
| 4.   | Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку   | 12 |
| 4.1. | Содержание дисциплины   | 12 |
| 4.2. | Содержание лекций   | 14 |
| 4.3. | Содержание лабораторных занятий   | 15 |
| 4.4. | Содержание практических занятий   | 15 |
| 4.5. | Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся  | 16 |
| 5.   | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  | 18 |
| 6.   | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  | 18 |
| 7.   | Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины   | 18 |
| 8.   | Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины   | 19 |
| 9.   | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  | 19 |
| 10.  | Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем | 21 |
| 11.  | Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине   | 22 |
|      | Приложение. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся   | 24 |
|      | Лист регистрации изменений  | 71 |

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: проектно-конструкторский; научно-исследовательский; экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский; организационно-управленческий.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему фундаментальных знаний, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

### **Задачи дисциплины:**

- изучить основные физические явления, овладеть фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики;
- сформировать основы научного мировоззрения и современного физического мышления; ознакомиться с научной аппаратурой и методами физического исследования, приобрести навыки проведения физического эксперимента;
- научиться выделять физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- овладеть методами решения инженерных задач.

## 1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ПК-3 Способен определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду; проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов; определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                  | Формируемые ЗУН |  |
|---|-----------------|--|
| ПК-3.1<br>Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения | знания          | Обучающийся должен знать способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях –базовые составляющие задачи, возможные варианты решения поставленной задач<br>- (Б1.В.23-3.1) |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН |   |
|--|-----------------|---|
| и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях   | умения          | Обучающийся должен уметь: - выделять базовые составляющие мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях - (Б1.В.23-У.1)  |
|  | навыки          | Обучающийся должен владеть: - навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях - (Б1.В.23-Н.1)   |
| ПК-3.2<br>Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях                       | знания          | Обучающийся должен знать как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях (Б1.В.23-З.2)  |
|  | умения          | Обучающийся должен уметь проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях (Б1.В.23-У.2)  |
|  | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях (Б1.В.23-Н.2)   |
| ПК-3.3.<br>Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных | знания          | Обучающийся должен знать, как осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте (Б1.В.23-З.3) |
|  | умения          | Обучающийся должен уметь осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте                    |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН |   |
|--|-----------------|---|
| мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте |                 | (Б1.В.23-У.3)   |
|  | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте<br>(Б1.В.23-Н.3) |

ПК-4 Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные; решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива; использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Формируемые ЗУН |   |
|--|-----------------|---|
| ПК-4.1.<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | знания          | Обучающийся должен знать как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации<br>- (Б1.В.23-З.1) |
|  | умения          | Обучающийся должен уметь принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации<br>- (Б1.В.23-У.1)  |
|  | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации<br>- (Б1.В.23-Н.1)    |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН |  |
|---|-----------------|--|
| <b>ПК-4.2</b><br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций | знания          | Обучающийся должен знать, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций<br>(Б1.В.23-3.2)  |
|   | умения          | Обучающийся должен уметь проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях<br>(Б1.В.23-У.2)              |
|   | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях<br>(Б1.В.23-Н.2) |
| <b>ПК-4.3.</b><br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда         | знания          | Обучающийся должен знать, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда<br>(Б1.В.23-3.3)   |
|   | умения          | Обучающийся должен уметь в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда<br>(Б1.В.23-У.3)  |
|   | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда<br>(Б1.В.23-Н.3)   |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплофизика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часа. Дисциплина изучается:

- очная форма обучения в 6 семестре;
- заочная форма обучения на 3 курсе.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы                             | Количество часов     |                        |
|--|----------------------|------------------------|
|  | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| <b>Контактная работа (всего)</b>               | <b>48</b>            | <b>12</b>              |
| В том числе:                                   |                      |                        |
| Лекции (Л)                                     | <b>16</b>            | <b>4</b>               |
| Практические занятия (ПЗ)                      | <b>32</b>            | <b>8</b>               |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                      | -                    | -                      |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b> | <b>60</b>            | <b>92</b>              |
| <b>Контроль</b>                                | <b>-</b>             | <b>4</b>               |
| <b>Итого</b>                                   | <b>108</b>           | <b>108</b>             |

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам Очная форма обучения

| № темы   | Наименование раздела и темы   | Всего часов | в том числе       |    |    |    |          |
|--|---|-------------|-------------------|----|----|----|----------|
|  |   |             | контактная работа |    |    | СР | контроль |
|  |   |             | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1  | 2   | 3           | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |
| Раздел 1. Основы молекулярно-кинетической теории |   |             |                   |    |    |    |          |
| 1.1.   | Введение в теплофизику. Температура и ее термодинамический смысл  | 0,5         | 0,5               | -  | -  | -  | х        |
| 1.2.   | Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы  | 4,5         | 0,5               | -  | 2  | 2  | х        |
| 1.3.   | Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Скорости теплового движения молекул. Давление фотонного газа. Равномерное распределение кинетической энергии теплового движения по поступательным степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеальных газов и ее недостатки. | 6,5         | 0,5               | -  | 4  | 2  | х        |



| №<br>темы                              | Наименование раздела и темы   | Всего<br>часов | в том числе       |    |    |    |          |
|--|---|----------------|-------------------|----|----|----|----------|
|  |   |                | контактная работа |    |    | СР | контроль |
|  |   |                | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1                                      | 2   | 3              | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |
| Раздел 2. Основы термодинамики         |   |                |                   |    |    |    |          |
| 2.1.                                   | Квазистатические процессы. Внутренняя энергия. Количество тепла. Математическая формулировка первого начала термодинамики.  | 6,5            | 0,5               | -  | 2  | 4  | х        |
| 2.2.                                   | Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.  | 7              | 1                 | -  | 2  | 4  | х        |
| 2.3.                                   | Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно и теорема Карно. Энтропия.  | 6,5            | 0,5               | -  | 2  | 4  | х        |
| Раздел 3. Теплопроводность             |   |                |                   |    |    |    |          |
| 3.1.                                   | Уравнение теплопроводности. Простейшие стационарные задачи на теплопроводность. Нестационарные задачи. Теорема единственности Принцип суперпозиции температур. Температурные волны Задача об остывании полупространств. | 7              | 1                 | -  | 2  | 4  | х        |
| Раздел 4. Статистические распределения |   |                |                   |    |    |    |          |
| 4.1.                                   | Элементарные сведения из теории вероятностей. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Средние скорости молекул.  | 9              | 1                 | -  | 4  | 4  | х        |
| 4.2.                                   | Закон распределения Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Энтропия и вероятность.   | 5              | 1                 | -  | 2  | 2  | х        |
| Раздел 5. Явления переноса в газах     |   |                |                   |    |    |    |          |
| 5.1.                                   | Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение молекул.  | 5              | 1                 | -  | 2  | 2  | х        |

| №<br>темы  | Наименование раздела и темы  | Всего<br>часов | в том числе       |    |    |    |          |
|--|--|----------------|-------------------|----|----|----|----------|
|  |  |                | контактная работа |    |    | СР | контроль |
|  |  |                | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1  | 2  | 3              | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |
| 5.2.   | Распределение молекул по длинам свободного пробега. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частицы.  | 7              | 1                 | -  | 2  | 4  | х        |
| 5.3.   | Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах.  | 5              | 1                 | -  | 0  | 4  | х        |
| 5.4  | Молекулярное течение ультраразреженного газа через прямолинейную трубу.  | 3              | 1                 | -  | 0  | 2  | х        |
| Раздел 6. Реальные газы                            |  |                |                   |    |    |    |          |
| 6.1.   | Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса.  | 7              | 1                 | -  | 2  | 4  | х        |
| 6.2.   | Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур и сжижения газов. | 6,5            | 0,5               | -  | 2  | 4  | х        |
| Раздел 7. Фазовые равновесия и фазовые превращения |  |                |                   |    |    |    |          |

| №<br>темы                    | Наименование раздела и темы  | Всего<br>часов | в том числе       |          |           |           |          |
|------------------------------|--|----------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|
|                              |  |                | контактная работа |          |           | СР        | контроль |
|                              |  |                | Л                 | ЛЗ       | ПЗ        |           |          |
| 1                            | 2  | 3              | 4                 | 5        | 6         | 7         | 8        |
| 7.1.                         | Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоемкость насыщенного пара.               | 7              | 1                 | -        | 2         | 4         | х        |
| 7.2.                         | Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов. Растворимость тел. Осмос и осмотическое давление. Закон Рауля. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора. Правило фаз. Диаграммы состояния. | 5              | 1                 | -        | -         | 4         | х        |
| Раздел 8. Тепловое излучение |  |                |                   |          |           |           |          |
| 8.1.                         | Абсолютно черное тело. Основные законы излучения абсолютно черного тела.   | 7              | 1                 | -        | 2         | 4         | х        |
| 9.1.                         | Оптическая пирометрия.   | 3              | 1                 | -        | -         | 2         | х        |
|                              | Контроль   | х              | х                 | х        | х         | х         | х        |
|                              | <b>Итого</b>   | <b>108</b>     | <b>16</b>         | <b>-</b> | <b>32</b> | <b>60</b> | <b>х</b> |

### Заочная форма обучения

| №<br>темы | Наименование раздела и темы | Всего<br>часов | в том числе       |    |    |    |          |
|-----------|-----------------------------|----------------|-------------------|----|----|----|----------|
|           |                             |                | контактная работа |    |    | СР | Контроль |
|           |                             |                | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1         | 2                           | 3              | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |

|    |  |            |          |          |          |           |          |
|----|--|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| 1. | Основные положения молекулярно-кинетической теории | 23         | 1        | -        | 2        | 20        | х        |
| 2. | Основные законы термодинамики                      | 27         | 1        | -        | 2        | 24        | х        |
| 3. | Теплопроводность. Явления переноса                 | 27         | 1        | -        | 2        | 24        | х        |
|    | Основные законы теплового излучения                | 27         | 1        | -        | 2        | 24        | х        |
|    | Контроль   | 4          |          |          |          |           | 4        |
|    | <b>Итого</b>                                       | <b>108</b> | <b>4</b> | <b>-</b> | <b>8</b> | <b>92</b> | <b>4</b> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

##### 4.1 Содержание дисциплины

###### Раздел 1. Основы молекулярно-кинетической теории

Температура и термодинамическое равновесие. Эмпирические температурные шкалы. Идеально-газовая шкала температур. Виды термометров. Международная практическая температурная шкала. Законы идеальных газов. Уравнение состояния и его следствия для бесконечно малых процессов. Макроскопические параметры.

###### Раздел 2. Первое начало термодинамики

Квазистатические процессы. Макроскопическая работа. Первое начало термодинамики для системы в адиабатической оболочке. Внутренняя энергия. Количество тепла. Математическая формулировка первого начала термодинамики. Закон Гесса. Теплоемкость. Внутренняя энергия идеального газа. Закон Джоуля. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Определение  $C_p/C_v$  методом Клемана и Дезорма. Скорость звука в газах. Замечания относительно экспериментальных методов определения  $C_p$  и  $C_v$  для газов. Уравнение Бернулли. Скорость истечения газа из отверстия.

###### Раздел 3. Второе начало термодинамики

Общие замечания о первом и втором началах термодинамики. Различные формулировки основного постулата, выражающего второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно и теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.

Тождественность термодинамической шкалы температур со шкалой идеально-газового термометра. Приведение шкалы газового термометра к термодинамической шкале. Примеры на применение теоремы Карно. Разность между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ . Принципиальный способ градуировки термометра в абсолютной шкале. Неравенство Клаузиуса (для частного случая). Неравенство Клаузиуса в общем виде. Принцип динамического отопления. Равенство Клаузиуса. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Обобщение понятия энтропии на неравновесные состояния. Возрастание энтропии при диффузии газов. Парадокс Гиббса. Различные понимания второго начала термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамическая теория эффекта Джоуля — Томсона. Общие замечания о методе термодинамических функций. Принцип Ле-Шателье — Брауна и устойчивость термодинамического равновесия.

#### **Раздел 4. Теплопроводность**

Уравнение теплопроводности. Простейшие стационарные задачи на теплопроводность. Нестационарные задачи. Теорема единственности. Принцип суперпозиции температур. Температурные волны. Задача об остывании полупространства. Внешняя теплопроводность.

#### **Раздел 5. Статистические распределения**

Элементарные сведения из теории вероятностей. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Распределение молекул по абсолютным значениям скорости. Средние скорости молекул. Принцип детального равновесия. Среднее число молекул, сталкивающихся со стенкой сосуда. Опытная проверка закона распределения скоростей Максвелла. Закон распределения Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Распределение Больцмана и атмосферы планет. Энтропия и вероятность. Метод наиболее вероятного распределения в статистике Больцмана. Статистики Ферми — Дирака и Бозе — Эйнштейна. Термодинамический смысл химического потенциала. Теорема Нернста. Квантовая теория теплоемкостей Эйнштейна.

#### **Раздел 6. Явления переноса**

Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Самодиффузия в газах. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частицы. Концентрационная диффузия в газах. Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах. Молекулярное течение ультраразреженного газа через прямолинейную трубу.

#### **Раздел 7. Реальные газы**

Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Правило Максвелла. Непрерывность газообразного и жидкого состояний вещества. Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля — Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур и сжижения газов.

#### **Раздел 8. Фазовые равновесия и фазовые превращения**

Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоемкость насыщенного пара. Тройные точки. Диаграммы состояния. Кипение и перегревание жидкости. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Метастабильные состояния. Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов.

#### **Раздел 9. Тепловое излучение**

Тепловое излучение и люминесценция. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана — Больцмана и закон Вина. Формула Рэлея — Джинса. Формула Планка. Оптическая пирометрия.

## 4.2. Содержание лекций

### Очная форма обучения

| №<br>п/п | Краткое содержание лекций  | Количество<br>часов | Практическая<br>подготовка |
|----------|--|---------------------|----------------------------|
| 1.       | Введение в теплофизику. Температура и ее термодинамический смысл. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Скорости теплового движения молекул. Давление фотонного газа. Равномерное распределение кинетической энергии теплового движения по поступательным степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеальных газов и ее недостатки. Квазистатические процессы. Внутренняя энергия. Количество тепла. Математическая формулировка первого начала термодинамики. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно и теорема Карно. Энтропия. | 2                   | +                          |
| 2.       | Уравнение теплопроводности. Простейшие стационарные задачи на теплопроводность. Нестационарные задачи. Теорема единственности. Принцип суперпозиции температур. Температурные волны. Задача об остывании полупространств.  | 2                   | +                          |
| 3.       | Элементарные сведения из теории вероятностей. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Средние скорости молекул.   | 2                   | +                          |
| 4.       | Закон распределения Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Энтропия и вероятность.  | 2                   | +                          |
| 5.       | Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение молекул. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частицы. Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах. Молекулярное течение ультраразреженного газа через прямолинейную трубу.   | 2                   | +                          |
| 6.       | Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур и сжижения газов.   | 2                   | +                          |
| 7.       | Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоемкость насыщенного пара. Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов. Растворимость тел. Осмос и осмотическое давление. Закон Рауля. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора. Правило фаз. Диаграммы состояния.  | 2                   | +                          |

| №<br>п/п | Краткое содержание лекций   | Количество<br>часов | Практическая<br>подготовка |
|----------|---|---------------------|----------------------------|
| 8.       | Абсолютно черное тело. Основные законы излучения абсолютно черного тела. Оптическая пирометрия. | 2                   | +                          |
|          | <b>Итого</b>  | <b>16</b>           | <b>10%</b>                 |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п | Содержание лекции   | Кол-во часов | Практическая<br>подготовка |
|----------|---|--------------|----------------------------|
| 1.       | Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основные законы термодинамики | 2            | +                          |
| 2.       | Теплопроводность. Явления переноса. Основные законы теплового излучения.          | 2            | +                          |
|          | <b>Итого</b>  | <b>4</b>     | <b>10%</b>                 |

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом на очной и заочной формах обучения.

### 4.4. Содержание практических занятий

#### Очная форма обучения

| №<br>пп | Наименование практических занятий        | Кол-во<br>часов | Практическая<br>подготовка |
|---------|--|-----------------|----------------------------|
| 1       | Основы молекулярно-кинетической теории   | 2               | +                          |
| 2       | Первое начало термодинамики              | 4               | +                          |
| 3       | Второе начало термодинамики              | 4               | +                          |
| 4       | Теплопроводность                         | 4               | +                          |
| 5       | Статистические распределения             | 4               | +                          |
| 6       | Явления переноса                         | 4               | +                          |
| 7       | Реальные газы                            | 2               | +                          |
| 8       | Фазовые равновесия и фазовые превращения | 4               | +                          |
| 9       | Тепловое излучение                       | 4               | +                          |
|         | <b>Итого</b>                             | <b>32</b>       | <b>20%</b>                 |

### Заочная форма обучения

| №<br>п/п | Наименование практических занятий  | Кол-во<br>часов | Практическая<br>подготовка |
|----------|--|-----------------|----------------------------|
| 1.       | Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основные законы термодинамики. | 4               | +                          |
| 2.       | Теплопроводность. Явления переноса. Основные законы теплового излучения.           | 4               | +                          |
|          | <b>Итого</b>   | <b>8</b>        | <b>20%</b>                 |

### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

#### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся           | Количество часов     |                        |
|---|----------------------|------------------------|
|   | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| Подготовка к практическим занятиям                | 20                   | 16                     |
| Выполнение контрольной работы                     | 0                    | 26                     |
| Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов | 30                   | 41                     |
| Подготовка к промежуточной аттестации             | 10                   | 9                      |
| <b>Итого</b>                                      | <b>60</b>            | <b>92</b>              |

#### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

| №<br>п/п | Наименование тем и вопросов   | Кол-во часов         |                        |
|----------|---|----------------------|------------------------|
|          |   | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| 1.       | Введение в теплофизику. Температура и ее термодинамический смысл.   | 3                    | 5                      |
| 2.       | Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.   | 3                    | 5                      |
| 3.       | Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Скорости теплового движения молекул. Давление фотонного газа. Равномерное распределение кинетической энергии теплового движения по поступательным степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеальных газов и ее недостатки. | 3                    | 5                      |
| 4.       | Квазистатические процессы. Внутренняя энергия. Количество тепла. Математическая формулировка первого начала термодинамики.  | 3                    | 5                      |



| №<br>п/п | Наименование тем и вопросов  | Кол-во часов         |                        |
|----------|--|----------------------|------------------------|
|          |  | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| 5.       | Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.   | 3                    | 5                      |
| 6.       | Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно и теорема Карно. Энтропия.   | 3                    | 4                      |
| 7.       | Уравнение теплопроводности. Простейшие стационарные задачи на теплопроводность. Нестационарные задачи. Теорема единственности Принцип суперпозиции температур. Температурные волны Задача об остывании полупространств.                        | 3                    | 5                      |
| 8.       | Элементарные сведения из теории вероятностей. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Средние скорости молекул.   | 3                    | 5                      |
| 9.       | Закон распределения Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Энтропия и вероятность.  | 3                    | 5                      |
| 10.      | Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение молекул.   | 3                    | 5                      |
| 11.      | Распределение молекул по длинам свободного пробега. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частицы.  | 3                    | 5                      |
| 12.      | Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах.  | 3                    | 4                      |
| 13.      | Молекулярное течение ультраразреженного газа через прямолинейную трубу.  | 4                    | 4                      |
| 14.      | Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса.  | 4                    | 6                      |
| 15.      | Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур и сжижения газов.                   | 4                    | 6                      |
| 16       | Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоемкость насыщенного пара.               | 4                    | 6                      |
| 17       | Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов. Растворимость тел. Осмос и осмотическое давление. Закон Рауля. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора. Правило фаз. Диаграммы состояния. | 4                    | 6                      |
| 18       | Абсолютно черное тело. Основные законы излучения абсолютно черного тела. Оптическая пирометрия.  | 4                    | 6                      |
|          | <b>Итого</b>   | <b>60</b>            | <b>92</b>              |

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 47 с. : табл. - Библиогр.: с. 47 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/53.pdf>

2. Физические основы классической механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 99 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 99 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/52.pdf>

3. Электростатика. Постоянный ток [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 95 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/17.pdf>.

4. Электромагнитные явления и квантовые эффекты [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 49 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/16.pdf>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная литература**

- 1.1. Грабовский, Р. И. Курс физики / Р. И. Грабовский. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 608 с. — ISBN 978-5-507-47391-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/367019>.
- 1.2. Иванов, И. В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики : учебное пособие / И. В. Иванов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-1349-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210920>.

- 1.3. Ливенцев, Н.М. Курс физики: учебник / Н. М. Ливенцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1240-2.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210782>.
  - 1.4. Басарыгина, Е. М. Законы постоянного тока : учебное пособие / Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. — Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2022. — 116 с. : ил, табл. — Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/31.pdf>. - Текст : электронный.
- Дополнительная литература**
- 1.5. Иванов, И. В. Основы физики и биофизики : учебное пособие / И. В. Иванов. — 2-е изд., испр., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1350-8. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210917>.
  - 1.6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. — 18-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-6779-2. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152437>.
  - 1.7. Грабовский Р.И. Сборник задач по физике: учебное пособие / Р. И. Грабовский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 128 с. — ISBN 978 5-8114-0462-9. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL:<https://e.lanbook.com/book/210959>

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://ioypray.pdf>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>
4. Физика. Механика: виртуальный аналог лабораторного оборудования: обучающий ресурс для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения. - Текст: электронный. - Адрес в сети: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=3963>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 47 с.: табл. - Библиогр.: с. 47 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/53.pdf>

2. Физические основы классической механики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-

Уральский ГАУ, 2019. - 99 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 99 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/52.pdf>

3. Электростатика. Постоянный ток [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 95 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/17.pdf>

4. Электромагнитные явления и квантовые эффекты [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 49 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/16.pdf>

5. Электричество. Магнетизм. Оптика и квантовая физика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин. - 2-е изд., испр. и доп. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 182 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 182 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/40.pdf>

6. Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин. - 2-е изд., испр. и доп. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 136 с.: ил., табл. - С прил. - Библиогр.: с. 133 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/39.pdf>

7. Лабораторная работа №1. Определение ускорения силы тяжести с помощью математического маятника: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 10 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 10 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/20.pdf>

8. Лабораторная работа №2. Исследование равноускоренного движения на машине Атвуда: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 10 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 10 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/21.pdf>

9. Лабораторная работа №3. Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 9 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 9 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/22.pdf>

10. Лабораторная работа №4. Изучение гармонического колебания с помощью пружинного маятника: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 10 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 10 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/23.pdf>

11. Лабораторная работа №5. Исследование затухающих колебаний: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 10 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 10 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/24.pdf>

12. Лабораторная работа №6. Определение момента инерции маятника Максвелла: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 9 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 8-9 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/25.pdf>

13. Лабораторная работа №7. Определение скорости пули с помощью крутильно-баллистического маятника: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 10 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 9-10 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/26.pdf>

14. Лабораторная работа №8. Изучение упругого и неупругого удара: методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / составители: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2021. - 14 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 13-14 (8 назв.). - Текст: электронный. - Адрес в сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/27.pdf>

## **10. Современные информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- My TestX10.2.

### **Перечень лицензионного программного обеспечения**

Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition» с офисной программой LibreOffice, MyTestXPro 11.0, nanoCAD Электро версия 10.0 локальная, nanoCAD Отопление версия 10.0 локальная, PTC MathCAD Education - University Edition, Мой Офис Стандартный, 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях, Windows 10 Home Single Language 1.0.63.71, APM WinMachine 15, Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1License NoLevel Legalization GetGenuine, Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc, КОМПАС 3D v19, КОМПАС 3D v18, КОМПАС 3D v17, 1С: Университет ПРОФ 2.1, 1С: Колледж ПРОФ, Kaspersky Endpoint Security, Microsoft Windows Server CAL 2012 Russian Academic OPEN 1 License User CAL, Microsoft Win Starter 7 Russian Academic Open 1 License No Level Legalization Get Genuine, Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License NoLevel, Виртуальный учебный стенд «Электромонтаж» (СПО), MOODLE, «Наш Сад» Кристалл (версия 10).

### **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, пр-т Ленина, 75, учебно-лабораторный корпус, аудитория № 427.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная оборудованием и техническими средствами для выполнения лабораторных работ 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Красная, 38, учебный корпус, аудитории № 209э, 205э.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Красная, 38, учебный корпус, аудитория № 310э.

#### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся.**

Помещение для самостоятельной работы 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, главный корпус, аудитория №303.

### **Перечень оборудования и технических средств обучения**

Ауд. 303 НОУТБУК HP 615 (VC289EA) RM76/2G/320/DVDR W/HD3200/DOS/15.6; ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР В КОМПЛЕКТЕ: системный блок Pentium E 5400 2.7GHZ, жесткий диск 250 Gb, монитор 19" LCD, клавиатура, мышь – 30 шт.; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; Экран с электроприводом; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; ИК ПУЛЬТ ДУ ДЛЯ ЭКРАНА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ; КОЛОНКИ 5+1 SVEN IHO.

Ауд. 205э, 209э: Установка лабораторная «Маятник универсальный»; Установка лабораторная «Маятник Максвелла»; Установка лабораторная «Соударение шаров»; Установка лабораторная «Машина Атвуда»; Установка для определения отношения удельных теплоемкостей воздуха; Установка лабораторная «Гироскоп»; Наглядные учебные пособия; Комплект лаборатории "Электричество и магнетизм"; Монохроматор УМ2; Установка для изучения законов геометрической оптики; Установка для изучения дифракции; Установка для

изучения интерференции света; Установка для изучения поляризации света; Установка для изучения абсолютно черного тела; Установка для исследования характеристик вакуумного фотоэлемента.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной  
аттестации обучающихся **по дисциплине "Теплофизика"**



## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины  | 26 |
| 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций  | 28 |
| 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | 35 |
| 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций   | 36 |
| 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки  | 37 |
| 4.1.1. Опрос на практическом занятии  | 37 |
| 4.1.2. Оценивание отчета по лабораторной работе   | 39 |
| 4.1.3. Тестирование   | 39 |
| 4.1.4. Контрольная работа   | 41 |
| 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации   | 42 |
| 4.2.1. Зачет  | 42 |
| 4.2.2. Экзамен  | 46 |
| 5. Комплект оценочных материалов  | 47 |

## 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ПК-3 Способен определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду; проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов; определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | знания   | умения  | навыки   |
| ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях   | Обучающийся должен знать способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях<br>- (Б1.В.23-3.1)   | Обучающийся должен уметь: - выделять базовые составляющие мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях<br>- (Б1.В.23-У.1)                                   | Обучающийся должен владеть: - навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях<br>- (Б1.В.23-Н.1)   |
| ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся должен знать, как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях<br>(Б1.В.23-3.2) | Обучающийся должен уметь проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях<br>(Б1.В.23-У.2) | Обучающийся должен владеть навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях<br>(Б1.В.23-Н.2) |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p>ПК-3.3.</p> <p>Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте</p> | <p>Обучающийся должен знать, как осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте (Б1.В.23-3.3)</p> | <p>Обучающийся должен уметь осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте (Б1.В.23-У.3)</p> | <p>Обучающийся должен владеть навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте (Б1.В.23-Н.3)</p> |
|--|--|---|---|

ПК-4 Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные; решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива; использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |  |  |
|---|--|--|--|
|   | знания   | умения   | навыки   |
| <p>ПК-4.1.</p> <p>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации</p> | <p>Обучающийся должен знать, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации - (Б1.В.23-3.1)</p> | <p>Обучающийся должен уметь принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации - (Б1.В.23-У.1)</p> | <p>Обучающийся должен владеть навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации - (Б1.В.23-Н.1)</p> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| ПК-4.2<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций | Обучающийся должен знать, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций (Б1.В.23-3.2) | Обучающийся должен уметь проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях (Б1.В.23-У.2) | Обучающийся должен владеть навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях (Б1.В.23-Н.2) |
| ПК-4.3.<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда         | Обучающийся должен знать, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда (Б1.В.23-3.3)          | Обучающийся должен уметь в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда (Б1.В.23-У.3)   | Обучающийся должен владеть навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда (Б1.В.23-Н.3)   |

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине  |  |   |   |
|-----------------------|---|--|---|---|
|                       | Недостаточный уровень   | Достаточный уровень  | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.В.23-3.1           | Обучающийся не знает способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся слабо знает способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает способы мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в |

|             |   |  | чрезвычайных ситуациях  | чрезвычайных ситуациях   |
|-------------|---|--|---|--|
| Б1.В.23-У.1 | Обучающийся не умеет осуществлять мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся слабо умеет осуществлять мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся с незначительными ошибками умеет осуществлять мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся умеет осуществлять мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях         |
| Б1.В.23-Н.1 | Обучающийся не владеет навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях  | Обучающийся слабо владеет навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях  | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях  | Обучающийся свободно владеет навыками мониторинга функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях |

ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |   |  |  |
|-----------------------|--|---|--|--|
|                       | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень   | Средний уровень  | Высокий уровень  |
| Б1.В.23-3.2           | Обучающийся не знает, как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в | Обучающийся слабо знает, как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает, как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает, как проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны |

|             |   |  |   |   |
|-------------|---|--|---|---|
|             | чрезвычайных ситуациях  | чрезвычайных ситуациях   | окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях   | окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях   |
| Б1.В.23-У.2 | Обучающийся не умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях              | Обучающийся слабо умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях              | Обучающийся умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях   | Обучающийся умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях                       |
| Б1.В.23-Н.2 | Обучающийся не владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся слабо владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся свободно владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях |

ПК-3.3. Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине |                         |                               |                         |
|-----------------------|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                       | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень     | Средний уровень               | Высокий уровень         |
| Б1.В.23-3.3           | Обучающийся не знает, как как                                  | Обучающийся слабо знает | Обучающийся с незначительными | Обучающийся с требуемой |



|             |   | ситуациях на объекте  | чрезвычайных ситуациях на объекте  | чрезвычайных ситуациях на объекте  |
|-------------|---|---|--|--|
| Б1.В.23-Н.3 | Обучающийся не владеет навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Не способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте | Обучающийся слабо владеет навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Слабо способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте | Обучающийся свободно владеет навыками контроля и содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте |

ПК-4.1. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине   |  |   |   |
|-----------------------|--|--|---|---|
|                       | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень  | Средний уровень   | Высокий уровень   |
| Б1.В.23-З.1           | Обучающийся не знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании | Обучающийся слабо знает как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной |



|             |   |  |   |   |
|-------------|---|--|---|---|
|             | природоохранной деятельности организации  | регулировании природоохранной деятельности организации   | техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации  | техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации  |
| Б1.В.23-У.1 | Обучающийся не умеет принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации   | Обучающийся слабо умеет принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации   | Обучающийся умеет с незначительными затруднениями принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации  | Обучающийся умеет принимать участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации  |
| Б1.В.23-Н.1 | Обучающийся не владеет навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | Обучающийся слабо владеет навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | Обучающийся свободно владеет навыками участия в составе научно-исследовательского коллектива в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации |

ПК-4.2 В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине |                         |  |  |
|-----------------------|--|-------------------------|--|--|
|                       | Недостаточный уровень  | Достаточный уровень     | Средний уровень                          | Высокий уровень                          |
| Б1.В.23-3.2           | Обучающийся не знает, как в составе научно-                    | Обучающийся слабо знает | Обучающийся с незначительными ошибками и | Обучающийся с требуемой степенью полноты |

|             |   |  |   |   |
|-------------|---|--|---|---|
|             | исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций   | как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций   | отдельными пробелами знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций  | и точно знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций   |
| Б1.В.23-У.2 | Обучающийся не умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях              | Обучающийся слабо умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях              | Обучающийся умеет с незначительными затруднениями проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях         | Обучающийся умеет проводить планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях                       |
| Б1.В.23-Н.2 | Обучающийся не владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся слабо владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях | Обучающийся свободно владеет навыками проведения планирования и документального сопровождения деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях |

ПК-4.3. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда

| Показатели оценивания | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине  |  |  |  |
|-----------------------|---|--|--|--|
|                       | Недостаточный уровень   | Достаточный уровень  | Средний уровень  | Высокий уровень  |
| Б1.В.23-З.3           | Обучающийся не знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда       | Обучающийся слабо знает как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда        | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает, как в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда |
| Б1.В.23-У.3           | Обучающийся не умеет в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда            | Обучающийся слабо умеет в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда            | Обучающийся умеет с незначительными затруднениями в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда                        | Обучающийся умеет в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда  |
| Б1.В.23-Н.3           | Обучающийся не владеет навыками в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда | Обучающийся слабо владеет навыками в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда                  | Обучающийся свободно владеет навыками в составе научно-исследовательского коллектива принимать участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда                          |

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06

Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 47 с.: табл. - Библиогр.: с. 47 (5 назв.). Режим доступа:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/53.pdf>

2. Физические основы классической механики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 99 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 99 (5 назв.). Режим доступа:

<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/52.pdf>

3. Электростатика. Постоянный ток [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 95 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/17.pdf>

4. Электромагнитные явления и квантовые эффекты [Электронный ресурс]: учеб. пособие для самостоятельной работы студентов очной и заоч. формы обучения / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост. Е. М. Басарыгина - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2018 - 49 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/fisika/16.pdf>

5. Электричество. Магнетизм. Оптика и квантовая физика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин. - 2-е изд., испр. и доп. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 182 с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 182 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/40.pdf>

6. Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов очной и заочной формы обучения [направлений 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: Е. М. Басарыгина, Ю. А. Никишин. - 2-е изд., испр. и доп. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019. - 136 с.: ил., табл. - С прил. - Библиогр.: с. 133 (5 назв.). Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/vmat/39.pdf>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Физика», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

## 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки

### 4.1.1. Опрос на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| № | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|--|--|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |  |
| 1 | 1. Два одинаковых баллона соединены трубкой с клапаном, пропускающим газ из одного баллона в другой при разности давлений $\Delta p \geq 1,10$ атм. Сначала в одном баллоне был вакуум, а в другом — идеальный газ при температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ и давлении $p_1 = 1,00$ атм. Затем оба баллона нагрели до температуры $t_2 = 107^\circ\text{C}$ . Найти давление газа в баллоне, где был вакуум. | ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях  |
| 2 | 2. Один моль некоторого идеального газа изобарически нагрели на $\Delta T = 72$ К, сообщив ему количество тепла $Q = 1,60$ кДж. Найти приращение его внутренней энергии и величину $\gamma = C_p/C_v$ .  | ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях  |
| 3 | Найти число атомов в молекуле газа, у которого при "замораживании" колебательных степеней свободы постоянная $\gamma$ увеличивается в 1,2 раза.  | ПК-3.3. Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 4 | <p>Определить температуру газа, для которой:</p> <p>а) средняя квадратичная скорость молекул водорода больше их наиболее вероятной скорости на 400 м/с;</p> <p>б) функция распределения молекул кислорода по скоростям <math>F(v)</math> будет иметь максимум при скорости 420 м/с.</p>           | ПК-4.1. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации |
| 5 | Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, должна поддерживать в своей камере температуру $-10^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающей среды $20^{\circ}\text{C}$ . Какую работу надо совершить над рабочим веществом машины, чтобы отвести от ее камеры $Q_2=140$ кДж теплоты? | ПК-4.2 В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций   |
| 6 | В результате некоторого процесса вязкость идеального газа увеличилась в 2,0 раза, а коэффициент диффузии - в 4,0 раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?   | ПК-4.3. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда   |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

| Шкала                           | Критерии оценивания  |
|---------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано умение решать задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul> |
| Оценка 4<br>(хорошо)            | <p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в решении задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> </ul>   |

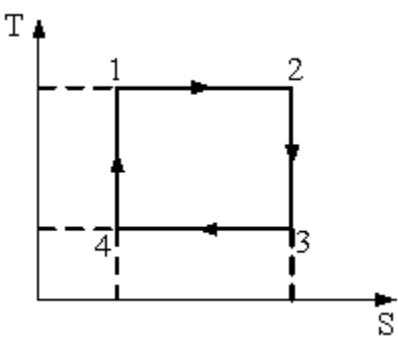
|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | - неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.  |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | - не раскрыто основное содержание учебного материала;<br>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;<br>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. |

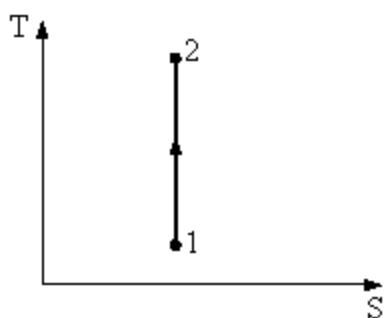
#### 4.1.2. Оценивание отчета по лабораторной работе

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом на очной и заочной формах обучения.

#### 4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

| № | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|--|---|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |   |
| 1 | <p>1. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре <math>T</math> равна <math>\varepsilon = \frac{i}{2} kT</math>. Здесь, <math>i = n_{\text{п}} + n_{\text{вр}} + 2n_{\text{кол}}</math>. Где, <math>n_{\text{п}}</math>, <math>n_{\text{вр}}</math>, <math>n_{\text{кол}}</math> – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число <math>i</math> равно ...<br/>1, 2 <u>3</u>, 5, 7.</p> <p>2. На рисунке изображен цикл Карно в координатах (T,S), где S-энтропия. Адиабатное сжатие происходит на этапе ...</p>  <p>3 – 4; 1 – 2; <u>4 – 1</u>; 2 – 3.</p> <p>3. Процесс, изображенный на рисунке в координатах (T,S), где S-энтропия, является...</p> | <p>ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях</p> |



- 1) адиабатным сжатием;
- 2) изобарным расширением;
- 3) изотермическим расширением;
- 4) изохорным нагреванием

4. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\epsilon = i k T / 2$ . Здесь  $i = n_{\text{п}} + n_{\text{вр}} + 2n_{\text{к}}$ , где  $n_{\text{п}}$ ,  $n_{\text{вр}}$ ,  $n_{\text{к}}$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движение, для водорода ( $\text{H}_2$ ) число  $i$  равно

- 7
- 5
- 2
- 8

5. В процессе изотермического сообщения тепла постоянной массе идеального газа его энтропия ...

- не меняется
- уменьшается
- увеличивается

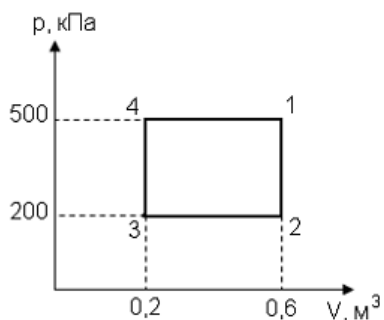
6. Изменение внутренней энергии газа произошло только за счет работы сжатия газа в ...

- изотермическом процессе
- изобарном процессе
- изохорном процессе
- адиабатическом процессе

7. В процессе обратимого адиабатического охлаждения постоянной массы идеального газа его энтропия ...

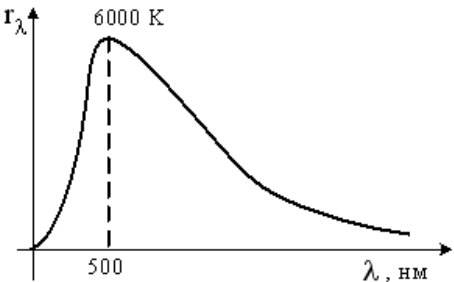
- 1) увеличивается;
- 2) не меняется;
- 3) уменьшается

8. Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рисунке. Отношение работы при нагревании газа к работе при охлаждении равно...



ПК-3.3. Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте ПК-4.1. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации ПК-4.2 В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций ПК-4.3. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда



|   |  |
|---|--|
| <p>1) <u>2,5</u>; 2) 3; 3) 5; 4) 1,5.</p> <p>9. На рисунке показана кривая зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при <math>T=6000\text{K}</math>. Если температуру тела уменьшить в 4 раза, то длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно черного тела, ...</p>  <p>1) уменьшится в 4 раза;<br/> 2) <u>увеличится в 4 раза</u>;<br/> 3) увеличится в 2 раза;<br/> 4) уменьшится в 2 раза.</p> <p>10. Абсолютно черное тело и серое тело имеют одинаковую температуру. При этом интенсивность излучения...</p> <p>1) больше у абсолютно черного тела;<br/> 2) больше у серого тела;<br/> 3) <u>определяется площадью поверхности тела.</u></p> |  |
|---|--|

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

| Шкала                          | Критерии оценивания<br>(% правильных ответов) |
|--------------------------------|---|
| Оценка 5 (отлично)             |   |
| Оценка 4 (хорошо)              |   |
| Оценка 3 (удовлетворительно)   |   |
| Оценка 2 (неудовлетворительно) | менее 50                                      |

Тестовые задания, использующиеся для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - My TestX10.2.

#### 4.1.4. Контрольная работа

Контрольная работа предусмотрена для заочной формы обучения. Контрольная работа (КР) является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных задач. Контрольная работа позволяет оценить знания и умения студентов, а также уровень сформированности навыков при работе с учебной литературой и другими источниками.

Типовые задачи по всем темам, а также шифры и задания для самостоятельного решения содержатся в учебно-методических разработках кафедры (п. 3 ФОС).

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|---|---|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |   |
| 1 | При адиабатном сжатии воздуха, взятого при температуре 300 К, давление увеличено от $P_1 = 50$ кПа до $P_2 = 0,5$ МПа. Затем при неизменном объёме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление и плотность газа в конце сжатия.  | <p>ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-3.3. Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте</p> <p>ПК-4.1. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации</p> <p>ПК-4.2 В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций</p> |
| 2 | Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении смеси неона и водорода составляют 80% и 20%.  |   |
| 3 | Смешали одноатомный газ, количество вещества которого 2 моль, с трехатомным газом, количество вещества которого 3 моль. Определить молярные теплоемкости этой смеси.  |   |
| 4 | В цилиндре под поршнем находится водород массой 0,02 кг при температуре 300К. Водород сначала расширился адиабатно, увеличив свой объём в 5 раз, а затем был сжат изотермически, причем объём газа уменьшился в 5 раз. Найти изменение внутренней энергии газа, количество переданной теплоты и работу, совершенную газом при этих процессах. |   |
| 5 | Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура охладителя. Нагреватель передал газу теплоту 42,7 кДж. Какую работу совершил газ?   |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | ПК-4.3. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда |
|--|--|---|

Оценка объявляется студенту непосредственно после проверки контрольной работы.

| Шкала                             | Критерии оценивания   |
|-----------------------------------|---|
| Оценка 5<br>(отлично)             | Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач.  |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании единиц измерения, в построенных графиках, схемах и т.д  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются ошибки в использовании единиц измерения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д              |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются существенные ошибки в использовании единиц измерения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д |

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено»; оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» в случае дифференцированного зачета.

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной, воспитательной работе и молодежной политике, заместителя директора института по учебной работе не допускается.

Форма(ы) проведения зачета (*устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.*) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются заместителем директора института по учебной работе.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения заместителя директора института по учебной работе досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

| № | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции   |
|---|--|---|
| 1 | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины |   |
| 1 | <p><b>3 курс</b></p> <p>1. Температура и ее термодинамический смысл.<br/>2. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.</p>  | ПК-3.1 Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной |

|  |   |
|--|---|
| <p>3. Давление газа с точки зрения молекулярно- кинетической теории. Скорости теплового движения молекул. Давление фотонного газа. Равномерное распределение кинетической энергии теплового движения по поступательным степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеальных газов и ее недостатки.</p> <p>4. Квазистатические процессы. Внутренняя энергия. Количество тепла. Математическая формулировка первого начала термодинамики.</p> <p>5. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Невозможность создания вечного двигателя первого и второго рода.</p> <p>6. Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно и теорема Карно. Энтропия.</p> <p>7. Уравнение теплопроводности. Простейшие стационарные задачи на теплопроводность. Нестационарные задачи. Теорема единственности Принцип суперпозиции температур. Температурные волны Задача об остывании полупространств.</p> <p>8. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Средние скорости молекул.</p> <p>9. Закон распределения Больцмана. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Энтропия и вероятность.</p> <p>10. Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение молекул.</p> <p>11. Распределение молекул по длинам свободного пробега. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частицы.</p> <p>12. Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах.</p> <p>13. Молекулярное течение ультраразреженного газа через прямолинейную трубу.</p> <p>14. Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса.</p> <p>15. Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Методы получения низких температур и сжижения газов.</p> <p>16. Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплоемкость насыщенного пара.</p> <p>17. Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов. Растворимость тел. Осмос и осмотическое давление. Закон Рауля. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора. Правило фаз. Диаграммы состояния.</p> <p>18. Абсолютно черное тело. Основные законы излучения абсолютно черного тела. Оптическая пирометрия.</p> <p>19. Какое количество тепла надо сообщить <math>\nu=3,0</math> моль углекислого газа, чтобы при расширении в вакуум от объема</p> | <p>окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-3.2 Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-3.3. Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте</p> <p>ПК-4.1. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной</p> |
|--|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | $V_1=5,0$ л до $V_2=10$ л температура его не изменилась? Газ считать ван-дер-ваальсовским. | деятельности организации<br>ПК-4.2 В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций<br>ПК-4.3. В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда |
|--|--|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

| Шкала               | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| Оценка «зачтено»    | знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы). |
| Оценка «не зачтено» | пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.   |

#### 4.2.2. Экзамен

Экзамен не предусмотрен учебным планом на очной и заочной формах обучения.

## **5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

по дисциплине «Теплофизика»

|  |    |
|--|----|
| 1. Спецификация                        | 48 |
| 2. Тестовые задания                    | 55 |
| 3. Ключи к оцениванию тестовых заданий | 66 |

## 1. Спецификация

### 1.1. Назначение комплекта оценочных материалов (далее – КОМ)

Наименование УГС/УГСН – **20 Техносферная безопасность и природоустройство**

Направление подготовки - **20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность - **Техносферная безопасность**

### 1.2. Нормативное основание отбора содержания

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), утверждённый Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 680 от 25.05.2020.

Профессиональный стандарт «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)» № 569н от 07.09.2020 г.

### 1.3. Общее количество тестовых заданий

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Количество заданий |
|-----------------|--|--------------------|
| ПК-3            | Способен определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду; проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов; определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска. | 15                 |
| ПК-4            | Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные; решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива; использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных                     | 15                 |
| Всего           |  | 10                 |

### 1.4. Распределение тестовых заданий по компетенциям

| Код компетенции | Наименование компетенции | Наименование индикаторов сформированности компетенции | Номер задания |
|-----------------|--------------------------|---|---------------|
|-----------------|--------------------------|---|---------------|



|      |  |  |       |
|------|--|--|-------|
| ПК-3 | Способен определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду; проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов; определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска. | ПК-3.1. ПК-3<br>Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях   | 1-5   |
|      |  | ПК-3.2. ПК-3<br>Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях   | 6-10  |
|      |  | ПК-3.3. ПК-3<br>Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте | 11-15 |

|      |  |   |       |
|------|--|---|-------|
| ПК-4 | Способен ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные; решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива; использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных | ПК-4.1. ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | 16-20 |
|      |  | ПК-4.2. ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков чрезвычайных ситуаций  | 21-25 |
|      |  | ПК-4.3. ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда.  | 26-30 |

#### 1.5 Типы, уровень сложности и время выполнения тестовых заданий

| Код компетенции | Индикатор сформированности компетенции                                     | Номер задания | Тип задания   | Уровень сложности | Время выполнения (мин) |
|-----------------|--|---------------|---|-------------------|------------------------|
| ПК-3            | ПК-3.1 ПК-3<br>Осуществляет мониторинг функционирования систем обеспечения | 1             | Задание закрытого типа на установление соответствия | Повышенный        | 5                      |

|  |   |    |   |            |    |
|--|---|----|---|------------|----|
|  | и управления охраной окружающей среды, охраной труда, безопасностью в чрезвычайных ситуациях.   | 2  | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый    | 3  |
|  |   | 3  | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 4  | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | Повышенный | 5  |
|  |   | 5  | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Высокий    | 10 |
|  | ПК-3.2. ПК-3<br>Проводит планирование и документальное сопровождение деятельности по соблюдению или достижению требований нормативных актов в сфере охраны окружающей среды, охраны труда, безопасности в чрезвычайных ситуациях. | 6  | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Повышенный | 5  |
|  |   | 7  | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый    | 3  |
|  |   | 8  | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 9  | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 10 | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Высокий    | 10 |
|  | ПК-3.3. ПК-3<br>Способен осуществлять контроль содержания в исправном состоянии систем и средств защиты окружающей среды, рабочих мест, систем и средств защиты при чрезвычайных ситуациях. Способен                              | 11 | Задание закрытого типа на установление соответствия.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 12 | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый    | 3  |
|  |   | 13 | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 14 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких  | Повышенный | 5  |

|  |  |    |  |         |    |
|--|--|----|--|---------|----|
|  | осуществлять контроль выполнения запланированных мероприятий по охране окружающей среды, охране труда, обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях на объекте. |    | вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов |         |    |
|  |  | 15 | Задание открытого типа с развернутым ответом                   | Высокий | 10 |

| Код компетенции | Индикатор сформированности компетенции  | Номер задания | Тип задания   | Уровень сложности | Время выполнения (мин) |
|-----------------|---|---------------|---|-------------------|------------------------|
| ПК-4            | ПК-4.1, ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке и эколого-экономическом обосновании планов внедрения новой природоохранной техники и технологий, экономическом регулировании природоохранной деятельности организации | 16            | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Повышенный        | 5                      |
|                 |   | 17            | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый           | 3                      |
|                 |   | 18            | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный        | 5                      |
|                 |   | 19            | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | Повышенный        | 5                      |
|                 |   | 20            | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Высокий           | 10                     |
|                 | ПК-4.2, ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в разработке мероприятий по снижению пожарных и других рисков  | 21            | Задание закрытого типа на установление соответствия   | Повышенный        | 5                      |
|                 |   | 22            | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый           | 3                      |
|                 |   | 23            | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный        | 5                      |

|  |   |    |   |            |    |
|--|---|----|---|------------|----|
|  | чрезвычайных ситуаций   | 24 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | Повышенный | 5  |
|  |   | 25 | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Высокий    | 10 |
|  | ПК-4.3, ПК-4<br>В составе научно-исследовательского коллектива принимает участие в оценке результативности и эффективности системы управления охраной труда | 26 | Задание закрытого типа на установление соответствия.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 27 | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый    | 3  |
|  |   | 28 | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста.  | Повышенный | 5  |
|  |   | 29 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | Повышенный | 5  |
|  |   | 30 | Задание открытого типа с развернутым ответом  | Высокий    | 10 |

#### 1.6 Сценарии выполнения тестовых заданий

| Тип задания   | Последовательность действий при выполнении задания  |
|---|---|
| Задание закрытого типа на установление соответствия   | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</p> <p>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</p> <p>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4)</p> |
| Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать один ответ, наиболее верный.</p> <p>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</p> <p>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p>  |
| Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста   | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа необходимо вставить на места пропусков слова (словосочетания) из приведенного списка.</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | 2. Записать в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.   |
| Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается выбор всех правильных утверждений из пяти предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты.</p> <p>3. Проанализировав предложенные утверждения, выберите те, которые не противоречат физическим законам.</p> <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА или 135).</p> |
| Задание открытого типа с развернутым ответом  | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть задачи.</p> <p>2. Привести полное решение задачи с обоснованием тех законов, которые применяются в процессе решения.</p> <p>3. Записать ответ с указанием единиц измерения найденной физической величины.</p>  |

#### 1.7. Система оценивания выполнения тестовых заданий

| Номер задания        | Указания по оцениванию  | Результат оценивания<br>(баллы, полученные за выполнение задания/характеристика правильности ответа)  |
|----------------------|---|---|
| Задание 1, 6, 11, 16 | Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)  | Полное совпадение с верным ответом оценивается 2 баллами;<br>одна допущенная ошибка 1 балл; неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.                 |
| Задание 2, 7, 12, 17 | Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных с обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа. | Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.   |
| Задание 3, 8, 13, 18 | Задание комбинированного типа на анализ прочитанного текста   | Полное совпадение с верным ответом оценивается 2 баллами;<br>одна допущенная ошибка 1 балл;<br>допущено более одной ошибки или его отсутствие – 0 баллов. |
| Задание 4, 9, 14, 19 | Задание комбинированного типа с выбором нескольких  | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом;  |

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
|                       | вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов считается верным, если правильно указаны цифры и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа. | если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.<br>Либо указывается «верно»/«неверно».  |
| Задание 5, 10, 15, 20 | Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.  | Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена ошибка/неточность допущена в числовых расчетах или неверно указаны единицы измерений физических величин – 2 балла, если одна из формул, применяемых при решении задачи записана неверно или допущена ошибка в математических преобразованиях – 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует – 0 баллов. |

### 1.8. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения тестовых заданий (при необходимости).

Для выполнения тестовых заданий дополнительных материалов и оборудования не требуется.

## 2. Тестовые задания

### Задание 1.

Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в системе СИ. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ           | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ |
|-------------------------------|-------------------|
| А) количество теплоты         | 1) Дж/(кг · °С)   |
| Б) удельная теплоемкость      | 2) Дж/°С          |
| В) удельная теплота плавления | 3) Дж/кг          |
|                               | 4) Дж · кг        |
|                               | 5) Дж             |

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

### Задание 2

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\mathcal{E} = \frac{i}{2} kT$ .

Здесь  $i = n^{\text{п}} + n^{\text{вр}} + 2n^{\text{к}}$ , где  $n^{\text{п}}$ ,  $n^{\text{вр}}$  и  $n^{\text{к}}$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число  $i$  равно...

А. 3; Б. 5; В. 7; Г. 1.

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 3

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде — газе, жидкости или твердом теле — называются механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях \_\_\_\_\_ (А). Примером такой среды являются твердые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации \_\_\_\_\_ (Б), которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в этих средах отсутствуют жесткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях \_\_\_\_\_ (А) никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. \_\_\_\_\_ (В) звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука. \_\_\_\_\_ (Г) же звуковой волны определяет высоту его тона.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными \_\_\_\_\_ (Г), то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Например, одна и та же нота, воспроизведенная при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Еще одна важная характеристика звука — громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!).

Список слов и словосочетаний:

- 1) амплитуда
- 2) изгиба
- 3) кручение
- 4) растяжение и сжатие
- 5) сдвига
- 6) скорость
- 7) частота

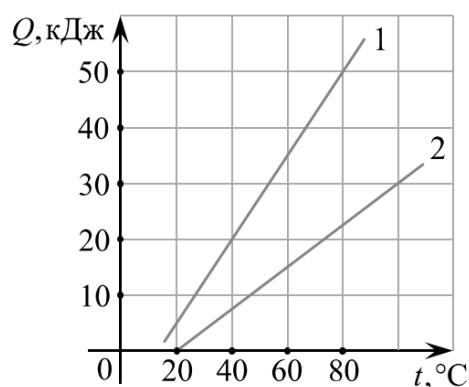
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|

#### Задание 4

На графике представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1 кг вещества 2, при различных значениях температуры  $t$  этих веществ.





Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Теплоемкости двух веществ одинаковы.
2. Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
3. Для изменения температуры 1 кг вещества 1 на  $20^\circ$  необходимо количество теплоты 6000 Дж.
4. Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на  $10^\circ$  необходимо количество теплоты 3750 Дж.
5. Начальные температуры обоих веществ равны  $0^\circ\text{C}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 5

В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной  $100^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

Обоснование.

Решение.

Ответ.

### Задание 6

В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при  $0^\circ\text{C}$ . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоёмкость льда и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Удельная теплоёмкость льда | Масса воды |
|----------------------------|------------|
|                            |            |

### Задание 7

Фотон с энергией 100 кэВ в результате комптоновского рассеяния на электроны отклонился на угол  $90^\circ$ . Определите энергию рассеянного фотона. Ответ округлите до целых.

А 68 кэВ; Б 84 кэВ; В 92 кэВ; Г 102 кэВ.

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 8

Электрическая дуга — это один из видов газового разряда. Получить ее можно следующим образом. В штативе закрепляют два угольных стержня заостренными концами друг к другу и присоединяют к источнику тока. Когда угли приводят в соприкосновение, а затем слегка раздвигают, между концами углей образуется яркое пламя, а сами угли раскаляются добела. Дуга горит устойчиво, если через нее проходит постоянный электрический ток. В этом случае один электрод является все время положительным (анод), а другой — отрицательным (катод). Для поддержания дугового разряда нужно небольшое напряжение, дуга горит при напряжении на ее электродах 40 В. Сила тока в дуге довольно значительна, а сопротивление невелико; следовательно, светящийся газовый столб \_\_\_\_\_ (А) проводит электрический ток. Ионизацию в пространстве между электродами вызывают своими ударами о \_\_\_\_\_ (Б) электроны, испускаемые катодом дуги. Большое количество испускаемых \_\_\_\_\_ (В) обеспечивается тем, что катод нагрет до очень высокой температуры. Когда для зажигания дуги вначале угли приводят в соприкосновение, то в месте контакта, обладающем очень большим сопротивлением, выделяется огромное количество \_\_\_\_\_ (Г). Поэтому концы углей сильно разогреваются, и этого достаточно для того, чтобы при их раздвижении между ними вспыхнула дуга. В дальнейшем катод дуги поддерживается в накаливаемом состоянии самим током, проходящим через дугу.

Список слов и словосочетаний:

- 1) плохо
- 2) хорошо
- 3) молекулы газа
- 4) осадок
- 5) протоны
- 6) теплота
- 7) электроны

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

### Задание 9

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 20 г неона, в правой — 2 моль гелия. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул неона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной.

Выберите все верные утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Внутренняя энергия гелия в сосуде меньше, чем внутренняя энергия неона.
- 2) Концентрация гелия в левой части сосуда в 2 раза больше концентрации неона.
- 3) В левой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза больше, чем в правой.
- 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии меньше, чем в начальном.
- 5) В конечном состоянии давление в левой части сосуда в 2 раза больше, чем в правой.

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 10

Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C. Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C. Сколько целых кубиков надо бросить в

лимонад, чтобы установилась температура  $15^{\circ}\text{C}$ ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

Обоснование.

Решение.

Ответ.

### Задание 11

Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ   |
|---------------------|---------------------|
| А) молярная масса   | 1) 1 л              |
| Б) объём            | 2) 1 м <sup>3</sup> |
|                     | 3) 1 Дж/моль        |
|                     | 4) 1 кг/моль        |

Ответ:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

### Задание 12

На дне океана были обнаружены горячие вулканические жерла (черные курильщики), извергающие дым. Многие из них кишат экзотическими существами, и некоторые биологи считают, что жизнь на Земле могла зародиться вокруг таких жерл. Глубина жерл варьируется от 1500 м до 3200 м ниже поверхности. Каково давление воды в жерле на глубине 3000 м, если предположить, что плотность морской воды ( $1030 \text{ кг/м}^3$ ) не меняется с глубиной?

Варианты ответов: 1)  $2,12 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 2)  $2,67 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 3)  $3,09 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 4)  $3,56 \cdot 10^7 \text{ Па}$ .

### Задание 13

В воздухе всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых может быть различной. Опыт показывает, что концентрация паров не может превышать некоторого максимально возможного значения  $n_{\text{max}}$  (для каждой температуры это значение свое). Пары с концентрацией, равной  $n_{\text{max}}$ , называются \_\_\_\_\_ (А). С ростом температуры максимально возможная концентрация водяных паров также растет. Отношение концентрации  $n$  водяных паров при данной температуре к максимально возможной концентрации при той же температуре называется \_\_\_\_\_ (Б) влажностью, которая обозначается буквой  $\varphi$ . Ее принято измерять в процентах. Из сказанного следует, что  $\varphi = (n/n_{\text{max}}) \cdot 100\%$ .

Пусть при некоторой температуре  $t$  концентрация водяных паров в воздухе равна  $n$ , а  $\varphi$  меньше, чем 100%. Если температура будет понижаться, то вместе с ней будет уменьшаться и величина  $n_{\text{max}}$ , а значит,  $\varphi$  будет увеличиваться. При некоторой критической температуре  $\varphi$  достигнет значения 100% (в этот момент концентрация водяных паров станет максимально возможной при данной температуре). Поэтому дальнейшее понижение температуры приведет к переходу водяных паров в \_\_\_\_\_ (В) состояние — в воздухе образуются капли тумана, а на предметах выпадут капли воды. Поэтому упомянутая выше критическая температура называется \_\_\_\_\_ (Г).

Список слов и словосочетаний:

- 1) абсолютный
- 2) жидкий

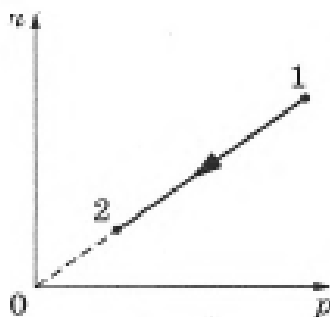
- 3) насыщенный
- 4) ненасыщенный
- 5) относительный
- 6) равновесный
- 7) твердый
- 8) температура конденсации
- 9) точка росы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

#### Задание 14

При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул  $n$  пропорциональна давлению  $p$  (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующих



процесс 1 - 2.

- 1) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
- 2) Плотность газа уменьшается.
- 3) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_

#### Задание 15

Определите постоянную адиабаты  $\gamma$  для газовой смеси, состоящей из  $\nu_1$  молей газа с постоянной адиабаты  $\gamma_1$  и  $\nu_2$  молей газа с постоянной  $\gamma_2$ .

Обоснование.

Решение.

Ответ.

#### Задание 16

Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в системе СИ. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ      | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ |
|--------------------------|-------------------|
| А) количество теплоты    | 1) Дж/(кг · °С)   |
| Б) удельная теплоемкость | 2) Дж/°С          |

|                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| В) удельная теплота плавления | 3) Дж/кг<br>4) Дж · кг<br>5) Дж |
|-------------------------------|---------------------------------|

|   |   |   |
|---|---|---|
| А | Б | В |
|   |   |   |

### Задание 17

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\mathcal{E} = \frac{i}{2} kT$ .

Здесь  $i = n^{\text{п}} + n^{\text{вр}} + 2n^{\text{к}}$ , где  $n^{\text{п}}$ ,  $n^{\text{вр}}$  и  $n^{\text{к}}$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число  $i$  равно...

А. 3; Б. 5; В. 7; Г. 1.

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 18

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде — газе, жидкости или твердом теле — называются механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях \_\_\_\_\_ (А). Примером такой среды являются твердые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации \_\_\_\_\_ (Б), которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в этих средах отсутствуют жесткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях \_\_\_\_\_ (А) никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. \_\_\_\_\_ (В) звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука. \_\_\_\_\_ (Г) же звуковой волны определяет высоту его тона.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными \_\_\_\_\_ (Г), то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Например, одна и та же нота, воспроизведенная при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Еще одна важная характеристика звука — громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!).

Список слов и словосочетаний:

- 1) амплитуда
- 2) изгиба
- 3) кручение
- 4) растяжение и сжатие
- 5) сдвига
- 6) скорость

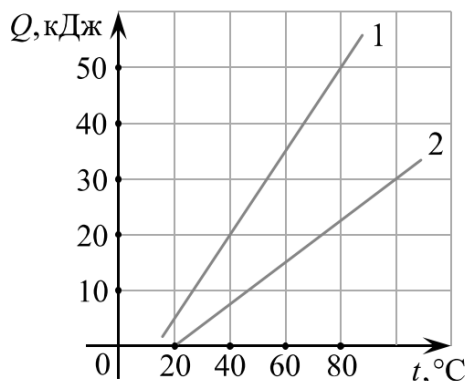
7) частота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|

### Задание 19

На графике представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1 кг вещества 2, при различных значениях температуры  $t$  этих веществ.



Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Теплоемкости двух веществ одинаковы.
2. Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
3. Для изменения температуры 1 кг вещества 1 на  $20^\circ$  необходимо количество теплоты 6000 Дж.
4. Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на  $10^\circ$  необходимо количество теплоты 3750 Дж.
5. Начальные температуры обоих веществ равны  $0^\circ\text{C}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 20

В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной  $100^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

Обоснование.

Решение.

Ответ.

### Задание 21

Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ |
|---------------------|-------------------|
| А) молярная масса   | 1) 1 л            |
| Б) объём            | 2) $1\text{ м}^3$ |
|                     | 3) 1 Дж/моль      |
|                     | 4) 1 кг/моль      |

Ответ:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

### Задание 22

На дне океана были обнаружены горячие вулканические жерла (черные курильщики), извергающие дым. Многие из них кишат экзотическими существами, и некоторые биологи считают, что жизнь на Земле могла зародиться вокруг таких жерл. Глубина жерл варьируется от 1500 м до 3200 м ниже поверхности. Каково давление воды в жерле на глубине 3000 м, если предположить, что плотность морской воды ( $1030 \text{ кг/м}^3$ ) не меняется с глубиной?

Варианты ответов: 1)  $2,12 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 2)  $2,67 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 3)  $3,09 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ; 4)  $3,56 \cdot 10^7 \text{ Па}$ .

### Задание 23

В воздухе всегда присутствуют водяные пары, концентрация которых может быть различной. Опыт показывает, что концентрация паров не может превышать некоторого максимально возможного значения  $n_{\text{max}}$  (для каждой температуры это значение свое). Пары с концентрацией, равной  $n_{\text{max}}$ , называются \_\_\_\_\_ (А). С ростом температуры максимально возможная концентрация водяных паров также растет. Отношение концентрации  $n$  водяных паров при данной температуре к максимально возможной концентрации при той же температуре называется \_\_\_\_\_ (Б) влажностью, которая обозначается буквой  $\varphi$ . Ее принято измерять в процентах. Из сказанного следует, что  $\varphi = (n/n_{\text{max}}) \cdot 100\%$ .

Пусть при некоторой температуре  $t$  концентрация водяных паров в воздухе равна  $n$ , а  $\varphi$  меньше, чем 100%. Если температура будет понижаться, то вместе с ней будет уменьшаться и величина  $n_{\text{max}}$ , а значит,  $\varphi$  будет увеличиваться. При некоторой критической температуре  $\varphi$  достигнет значения 100% (в этот момент концентрация водяных паров станет максимально возможной при данной температуре). Поэтому дальнейшее понижение температуры приведет к переходу водяных паров в \_\_\_\_\_ (В) состояние — в воздухе образуются капли тумана, а на предметах выпадут капли воды. Поэтому упомянутая выше критическая температура называется \_\_\_\_\_ (Г).

Список слов и словосочетаний:

- 1) абсолютный
- 2) жидкий
- 3) насыщенный
- 4) ненасыщенный
- 5) относительный
- 6) равновесный
- 7) твердый
- 8) температура конденсации
- 9) точка росы

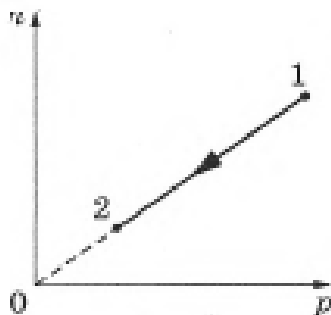
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
|   |   |   |   |

### Задание 24

При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул  $n$  пропорциональна давлению  $p$  (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующих



процесс 1 - 2.

- 1) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
- 2) Плотность газа уменьшается.
- 3) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 25

Определите постоянную адиабаты  $\gamma$  для газовой смеси, состоящей из  $\nu_1$  молей газа с постоянной адиабаты  $\gamma_1$  и  $\nu_2$  молей газа с постоянной  $\gamma_2$ .

Обоснование.

Решение.

Ответ.

### Задание 26

Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в системе СИ. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ           | ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ |
|-------------------------------|-------------------|
| А) количество теплоты         | 1) Дж/(кг · °С)   |
| Б) удельная теплоемкость      | 2) Дж/°С          |
| В) удельная теплота плавления | 3) Дж/кг          |
|                               | 4) Дж · кг        |
|                               | 5) Дж             |

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

### Задание 27

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\mathcal{E} = \frac{i}{2} kT$ .

Здесь  $i = n^п + n^{вр} + 2n^к$ , где  $n^п$ ,  $n^{вр}$  и  $n^к$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число  $i$  равно...

А. 3; Б. 5; В. 7; Г. 1.

Ответ: \_\_\_\_\_



### Задание 28

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде — газе, жидкости или твердом теле — называются механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях \_\_\_\_\_ (А). Примером такой среды являются твердые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации \_\_\_\_\_ (Б), которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в этих средах отсутствуют жесткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях \_\_\_\_\_ (А) никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. \_\_\_\_\_ (В) звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука. \_\_\_\_\_ (Г) же звуковой волны определяет высоту его тона.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными \_\_\_\_\_ (Г), то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Например, одна и та же нота, воспроизведенная при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Еще одна важная характеристика звука — громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!).

Список слов и словосочетаний:

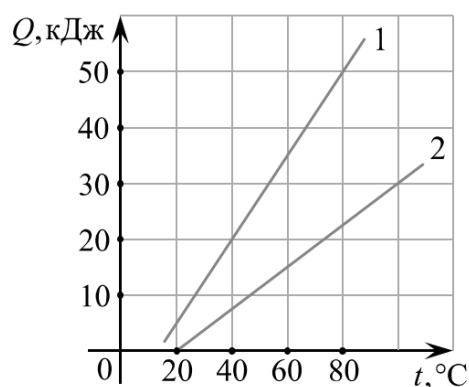
- 1) амплитуда
- 2) изгиба
- 3) кручение
- 4) растяжение и сжатие
- 5) сдвига
- 6) скорость
- 7) частота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|

### Задание 29

На графике представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1 кг вещества 2, при различных значениях температуры  $t$  этих веществ.



Выберите все утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Теплоемкости двух веществ одинаковы.
2. Теплоемкость первого вещества больше теплоемкости второго вещества.
3. Для изменения температуры 1 кг вещества 1 на  $20^\circ$  необходимо количество теплоты 6000 Дж.
4. Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на  $10^\circ$  необходимо количество теплоты 3750 Дж.
5. Начальные температуры обоих веществ равны  $0^\circ\text{C}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

### Задание 30

В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной  $100^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

Обоснование.

Решение.

Ответ.

### 3.Ключи к оцениванию тестовых заданий

| № задания | Верный ответ | Критерии оценивания  |
|-----------|--------------|--|
| 1         | A2B3B5Г6     | 2 б – полное правильное соответствие<br>1 б – допущена одна ошибка<br>0 б – остальные случаи |
| 2         | 3            | 1 б – правильный ответ<br>0 б – остальные случаи   |
| 3         | A5B4B1Г7     | 2 б – полный правильный ответ<br>1 б допущена одна ошибка<br>0 б – все остальные случаи      |
| 4         | 35.          | 2 б – полный правильный ответ<br>1 б допущена одна ошибка<br>0 б – все остальные случаи      |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 5  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>m=4 \text{ г}=4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}</math><br/> <math>V_2=0,5V_1</math><br/> <math>t=100^\circ\text{C}</math><br/> <math>Q=?</math> </div> <p>Решение:</p> <p>Насыщенный пар - это пар, имеющий максимально возможную концентрацию при данной температуре, при этом концентрация пара зависит только от температуры. Поскольку при уменьшении объема в два раза, температуру сосуда и его содержимого поддерживали постоянной, заключаем, что концентрация насыщенного пара не изменялась, а значит, в результате такого сжатия сконденсировалась ровно половина всего пара, то есть 2 г.</p> <p>По первому началу термодинамики изменение внутренней энергии системы равно разности работы, совершаемой над системой, и количеством теплоты, забираемой у системы:</p> $Q=-\Delta U+A$ <p>При конденсации 2 г пара его внутренняя энергия уменьшается:</p> $\Delta U=-L\Delta m=-2,3 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3}=-4600 \text{ Дж};$ <p>При сжатии над паром совершается работа:</p> $A=p\Delta V=pV_1/2=mRT/(2M)=4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373/(2 \cdot 18 \cdot 10^{-3}) \approx 344 \text{ Дж}$ <p>Количество забираемой теплоты равно:</p> $Q=4600+344=5 \text{ кДж}$ | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;</p> <p>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;</p> <p>0 б задача не решена, формулы записаны неверно. Выбран неправильный метод решения.</p> |
| 6  | 31  | <p>2 б – полное правильное соответствие</p> <p>1 б – допущена одна ошибка</p> <p>0 б остальные случаи</p>  |
| 7  | Б   | <p>1 б – правильный ответ</p> <p>0 б – остальные случаи</p>  |
| 8  | A2B3B7Г6  | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>   |
| 9  | 35  | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>   |
| 10 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>m_1=200 \text{ г}=0,2 \text{ кг}</math><br/> <math>t_1=30^\circ\text{C}</math><br/> <math>t_2=0^\circ\text{C}</math><br/> <math>m_0=8 \text{ г}</math><br/> <math>\theta=15^\circ\text{C}</math><br/> <math>N=?</math> </div> <p>Решение</p> <p>Так как тепловыми потерями можно пренебречь, будем считать, что все количество теплоты отданное лимонадом идет на плавление и нагревание воды, получившейся из льда. <math>Q_{\text{пол}}=Q_{\text{отд}}</math>, где <math>Q_{\text{пол}}</math> – количество тепла полученное льдом, а <math>Q_{\text{отд}}</math> – количество тепла отданное лимонадом.</p> <p><math>Q_{\text{отд}}=cm_1(t_1-\theta)</math>. Здесь <math>c</math> – удельная теплоемкость лимонада равная удельной теплоемкости воды (<math>4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})</math>).</p> <p><math>Q_{\text{пол}}=N(\lambda m_0+cm_0(\theta-t_0))</math>, где <math>t_0=0^\circ\text{C}</math> – температура плавления льда, <math>\lambda</math> - удельная теплота плавления льда (<math>3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}</math>).</p> <p>Отсюда</p> $N(\lambda m_0+cm_0(\theta-t_0))=cm_1(t_1-\theta)$  | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;</p> <p>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;</p> <p>0 б задача не решена, формулы записаны неверно.</p>                                    |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | <p>Из последней формулы определим N</p> $N = c m_1 (t_1 - \theta) / [\lambda m_0 + c m_0 (\theta - t_0)]$ <p>Подставим числовые значения</p> $N = 4200 \cdot 0,2 \cdot (30 - 15) / [3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,008 + 4200 \cdot 0,008 (15 - 0)] \approx 4$ <p>Ответ: в лимонад необходимо бросить 4 кубика льда.</p>   | <p>Выбран неправильный метод решения.</p>   |
| 11 | A4B2   | <p>2 б – полное правильное соответствие</p> <p>1 б – допущена одна ошибка</p> <p>0 б остальные случаи</p>   |
| 12 | 3  | <p>1 б – правильный ответ</p> <p>0 б – остальные случаи</p>   |
| 13 | A3B3B3Г9   | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>  |
| 14 | 12   | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>  |
| 15 | <p>Определим постоянную адиабаты <math>\gamma</math> для газовой смеси, состоящей из <math>\nu_1</math> молей газа с постоянной адиабаты <math>\gamma_1</math> и <math>\nu_2</math> молей газа с постоянной <math>\gamma_2</math>.</p> <p>Исходя из того, что <math>\gamma = C_p / C_v</math> запишем</p> $\gamma = \frac{\nu_1 C_{p1} + \nu_2 C_{p2}}{\nu_1 C_{v1} + \nu_2 C_{v2}} \quad (1)$ <p>Учитывая, что молярные теплоемкости определяются по формулам</p> $C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \quad (2)$ $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \quad (3)$ <p>Подставив формулы (2) и (3) в формулу (1), получим ответ</p> $\gamma = \frac{\nu_1 \gamma_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 \gamma_2 (\gamma_1 - 1)}{\nu_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 (\gamma_1 - 1)} \quad (4)$ | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;</p> <p>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;</p> <p>0 б задача не решена, формулы записаны неверно.</p> <p>Выбран неправильный метод решения.</p> |
| 16 | A5B1B3   | <p>2 б – полное правильное соответствие</p> <p>1 б – допущена одна ошибка</p> <p>0 б остальные случаи</p>   |
| 17 | 3  | <p>1 б – правильный ответ</p> <p>0 б – остальные случаи</p>   |
| 18 | A5B4B1Г7   | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>  |
| 19 | 35   | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 20 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>m=4 \text{ г}=4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}</math><br/> <math>V_2=0,5V_1</math><br/> <math>t=100^\circ\text{C}</math><br/> <math>Q=?</math> </div> <p>Решение:</p> <p>Насыщенный пар - это пар, имеющий максимально возможную концентрацию при данной температуре, при этом концентрация пара зависит только от температуры. Поскольку при уменьшении объема в два раза, температуру сосуда и его содержимого поддерживали постоянной, заключаем, что концентрация насыщенного пара не изменялась, а значит, в результате такого сжатия сконденсировалась ровно половина всего пара, то есть 2 г.</p> <p>По первому началу термодинамики изменение внутренней энергии системы равно разности работы, совершаемой над системой, и количеством теплоты, забираемой у системы:</p> $Q=-\Delta U+A$ <p>При конденсации 2 г пара его внутренняя энергия уменьшается:</p> $\Delta U=-L\Delta m=-2,3 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3}=-4600 \text{ Дж};$ <p>При сжатии над паром совершается работа:</p> $A=p\Delta V=pV_1/2=mRT/(2M)=4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373/(2 \cdot 18 \cdot 10^{-3}) \approx 344 \text{ Дж}$ <p>Количество забираемой теплоты равно:</p> $Q=4600+344=5 \text{ кДж}$ | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;</p> <p>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;</p> <p>0 б задача не решена, формулы записаны неверно. Выбран неправильный метод решения.</p> |
| 21 | A4B2  | <p>2 б – полное правильное соответствие</p> <p>1 б – допущена одна ошибка</p> <p>0 б остальные случаи</p>  |
| 22 | 3   | <p>1 б – правильный ответ</p> <p>0 б – остальные случаи</p>  |
| 23 | A3B3B3Г9  | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>   |
| 24 | 12  | <p>2 б – полный правильный ответ</p> <p>1 б допущена одна ошибка</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>   |
| 25 | <p>Определим постоянную адиабаты <math>\gamma</math> для газовой смеси, состоящей из <math>\nu_1</math> молей газа с постоянной адиабаты <math>\gamma_1</math> и <math>\nu_2</math> молей газа с постоянной <math>\gamma_2</math>.</p> <p>Исходя из того, что <math>\gamma = C_p/C_v</math> запишем</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <math display="block">\gamma = \frac{\nu_1 C_{p1} + \nu_2 C_{p2}}{\nu_1 C_{v1} + \nu_2 C_{v2}} \quad (1)</math> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p>Дано:</p> <math>\nu_1; \gamma_1;</math><br/> <math>\nu_2; \gamma_2</math><br/> <math>\gamma=?</math> </div> </div> <p>Учитывая, что молярные теплоемкости определяются по формулам</p> $C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \quad (2)$ $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \quad (3)$ <p>Подставив формулы (2) и (3) в формулу (1), получим ответ</p>   | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;</p> <p>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;</p> <p>0 б задача не решена, формулы записаны неверно.</p>                                    |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    | $\gamma = \frac{\nu_1 \gamma_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 \gamma_2 (\gamma_1 - 1)}{\nu_1 (\gamma_2 - 1) + \nu_2 (\gamma_1 - 1)} \quad (4)$  | Выбран неправильный метод решения.  |
| 26 | A5B1B3  | 2 б – полное правильное соответствие<br>1 б – допущена одна ошибка<br>0 б остальные случаи  |
| 27 | 3   | 1 б – правильный ответ<br>0 б – остальные случаи  |
| 28 | A5B4B1Г7  | 2 б – полный правильный ответ<br>1 б допущена одна ошибка<br>0 б – все остальные случаи   |
| 29 | 35  | 2 б – полный правильный ответ<br>1 б допущена одна ошибка<br>0 б – все остальные случаи   |
| 30 | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; width: 200px;"> <p> <math>m=4 \text{ г}=4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}</math><br/> <math>V_2=0,5V_1</math><br/> <math>t=100^\circ\text{C}</math><br/> <math>Q=?</math> </p> </div> <p>Решение:</p> <p>Насыщенный пар - это пар, имеющий максимально возможную концентрацию при данной температуре, при этом концентрация пара зависит только от температуры. Поскольку при уменьшении объема в два раза, температуру сосуда и его содержимого поддерживали постоянной, заключаем, что концентрация насыщенного пара не изменялась, а значит, в результате такого сжатия сконденсировалась ровно половина всего пара, то есть 2 г.</p> <p>По первому началу термодинамики изменение внутренней энергии системы равно разности работы, совершаемой над системой, и количеством теплоты, забираемой у системы:</p> $Q = -\Delta U + A$ <p>При конденсации 2 г пара его внутренняя энергия уменьшается:</p> $\Delta U = -L\Delta m = -2,3 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = -4600 \text{ Дж};$ <p>При сжатии над паром совершается работа:</p> $A = p\Delta V = pV_1/2 = mRT/(2M) = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373 / (2 \cdot 18 \cdot 10^{-3}) \approx 344 \text{ Дж}$ <p>Количество забираемой теплоты равно:</p> $Q = 4600 + 344 = 5 \text{ кДж}$ | 3 б - полный правильный ответ;<br>2 б - допущена одна ошибка в математических преобразованиях, недостаточное обоснование решения задачи, ошибка в единицах измерения физических величин, получен неправильный числовой ответ;<br>1 б одна из формул записана неверно, что привело к неправильному ответу;<br>0 б задача не решена, формулы записаны неверно. Выбран неправильный метод решения. |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]