

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института ветеринарной медицины



Д.М. Максимович

«15» мая 2025 г.

Кафедра Естественных дисциплин

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.15 БИОФИЗИКА**

Направление подготовки **35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

Направленность **Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Троицк  
2025

Рабочая программа дисциплины «Биофизика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.07.2017 г. №669. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Составитель – кандидат педагогических наук, доцент Шамина С.В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры Естественных наук

«10» апреля 2025 г. (протокол №10)

Заведующий кафедрой Естественных наук,  
дисциплин, доктор биологических наук,  
профессор



М.А. Дерхо

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института ветеринарной медицины

«14» мая 2025 г. (протокол №5)

Председатель методической комиссии  
Института ветеринарной медицины, доктор  
ветеринарных наук, доцент



Н.А. Журавель

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.....                                                                                                                                                            | 4  |
| 3. Объем дисциплины и виды учебной работы .....                                                                                                                                                      | 4  |
| 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы.....                                                                                                                                    | 5  |
| 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам .....                                                                                                                                        | 5  |
| 4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку.....                                                                                                                        | 6  |
| 4.1. Содержание дисциплины .....                                                                                                                                                                     | 6  |
| 4.2. Содержание лекций .....                                                                                                                                                                         | 6  |
| 4.3. Содержание лабораторных занятий.....                                                                                                                                                            | 7  |
| 4.4. Содержание практических занятий.....                                                                                                                                                            | 7  |
| 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....                                                                                                                                       | 7  |
| 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                                                                                            | 8  |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....                                                                                                     | 8  |
| 7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины                                                                                                                 | 8  |
| 8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....                                                                                             | 9  |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....                                                                                                                                 | 9  |
| 10. Современные информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем..... | 10 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....                                                                                        | 10 |
| Приложение. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся .....                                                                        | 11 |
| Лист регистрации изменений .....                                                                                                                                                                     | 40 |

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

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский и производственно-технологический.

**Цель дисциплины:** формирование теоретических знаний, практических умений и навыков в области биофизики, необходимых для решения комплексных задач по организации биотехнологии производства и переработке сельскохозяйственной продукции в соответствии с формируемыми компетенциями.

### Задачи дисциплины:

1. Изучение основных структурных элементов биофизического знания: фактов, явлений, величин, законов, теорий.
2. Приобретение навыков работы с приборами и оборудованием биофизической лаборатории; навыков использования различных методик измерений и обработки экспериментальных данных.
3. Применение в своей практической деятельности знаний по биофизике для решения теоретических и производственных задач.

## 1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ПК-5. Способен использовать знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                       | Формируемые ЗУН |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ИД-1. ПК-5<br>Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | знания          | Обучающийся должен знать основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов (Б1.В.15 - 3.1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                            | умения          | Обучающийся должен уметь объяснить основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление; истолковывать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории (Б1.В.15 - У.1)                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                            | навыки          | Обучающийся должен владеть навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования биофизической лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента (Б1.В.15 - Н.1) |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Биофизика» относится к части, формируемой участниками образовательного процесса основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины «Биофизика» составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов (далее часов).

Дисциплина изучается:

- очная форма обучения в 3 семестре

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

| Вид учебной работы                             | Количество часов        |
|------------------------------------------------|-------------------------|
|                                                | по очной форме обучения |
| <b>Контактная работа (всего)</b>               | <b>48</b>               |
| <b>в том числе практическая подготовка</b>     |                         |
| <i>Лекции (Л)</i>                              | 16                      |
| <i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>               | 32                      |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b> | <b>60</b>               |
| <b>Контроль</b>                                | -                       |
|                                                | <b>Зачет</b>            |
| <b>Итого</b>                                   | <b>108</b>              |

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

| №<br>темы                                                                | Наименование разделов и тем                                                                | Всего<br>часов | контактная работа |    |     |          |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----|-----|----------|
|                                                                          |                                                                                            |                | в том числе       |    | СР  | контроль |
|                                                                          |                                                                                            |                | Л                 | ЛЗ |     |          |
| 1                                                                        | 2                                                                                          | 3              | 4                 | 5  | 6   | 7        |
| Раздел 1. Биомеханика                                                    |                                                                                            |                |                   |    |     |          |
| 1.1                                                                      | Введение в лабораторный практикум                                                          | 3              |                   | 2  | 1   | х        |
| 1.2                                                                      | Физические основы гидродинамики                                                            | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 1.3                                                                      | Исследование плотности жидкости                                                            | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 1.4                                                                      | Исследование вязкости жидкости                                                             | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 1.5                                                                      | Биологическая акустика                                                                     | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 1.6                                                                      | Исследование свойств ультразвука                                                           | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| Раздел 2. Молекулярная биофизика и термодинамика биологических процессов |                                                                                            |                |                   |    |     |          |
| 2.1                                                                      | Реальные газы и пары                                                                       | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 2.2                                                                      | Исследование влажности воздуха                                                             | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 2.3                                                                      | Изменение агрегатного состояния вещества                                                   | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 2.4                                                                      | Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент поверхностного натяжения жидкости   | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 2.5                                                                      | Первый закон термодинамики в биологии                                                      | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 2.6                                                                      | Физические механизмы терморегуляции                                                        | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 2.7                                                                      | Второй закон термодинамики в биологии                                                      | 4              |                   |    | 4   | х        |
| Раздел 3. Электрические явления в биологических системах                 |                                                                                            |                |                   |    |     |          |
| 3.1                                                                      | Механизм электрогенеза в клетках                                                           | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 3.2                                                                      | Биопотенциалы                                                                              | 4              |                   |    | 4   |          |
| 3.3                                                                      | Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты                      | 3              |                   | 2  | 1   | х        |
| 3.4                                                                      | Действие постоянного электрического тока на биологические объекты                          | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 3.5                                                                      | Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани | 5,5            |                   | 4  | 1,5 | х        |
| 3.6                                                                      | Действие переменного электрического тока на биологические объекты                          | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 3.7                                                                      | Действие электрического поля на биологические объекты                                      | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 3.8                                                                      | Действие магнитного поля на биологические объекты                                          | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 3.9                                                                      | Исследование влияния электромагнитного поля на вещество                                    | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| Раздел 4. Оптические явления в биологии                                  |                                                                                            |                |                   |    |     |          |
| 4.1                                                                      | Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром                   | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 4.2                                                                      | Измерение предела разрешения оптического прибора                                           | 3,5            |                   | 2  | 1,5 |          |
| 4.3                                                                      | Элементы фотометрии                                                                        | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 4.4                                                                      | Исследование фотометрических величин рабочего места                                        | 5,5            |                   | 4  | 1,5 | х        |
| 4.5                                                                      | Биологическое действие оптических излучений                                                | 4              |                   |    | 4   | х        |
| 4.6                                                                      | Взаимодействие света с веществом                                                           | 2              | 2                 |    |     | х        |
| 4.7                                                                      | Измерение концентрации растворов оптически активных веществ                                | 3,5            |                   | 2  | 1,5 | х        |
| 4.8                                                                      | Лазерное излучение                                                                         | 4              |                   |    | 4   | х        |

|      |                                                  |     |    |    |     |   |
|------|--------------------------------------------------|-----|----|----|-----|---|
| 4.9  | Элементы дозиметрии                              | 2   | 2  |    |     | х |
| 4.10 | Исследование радиационной обстановки в помещении | 3,5 |    | 2  | 1,5 | х |
|      | Контроль                                         | х   | х  | х  | х   | х |
|      | Итого                                            | 108 | 16 | 32 | 60  | х |

#### 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.

Рекомендуемый объем практической подготовки (в процентах от количества часов контактной работы) для дисциплин, реализующих:

- профессиональные компетенции (ПК) от 20 до 80 %.

#### 4.1. Содержание дисциплины

##### Раздел 1. Биомеханика

Гидродинамика идеальной жидкости. Гидродинамика вязкой жидкости. Звук как физическое явление. Звук как психофизическое явление. Шум и его значение в биологии. Биофизика инфразвука. Биофизика ультразвука.

##### Раздел 2. Молекулярная биофизика и термодинамика биологических процессов

Реальные газы и пары. Изменение агрегатного состояния вещества. Тепловой баланс живого организма. Теплопродукция. Перенос тепла в живых организмах. Теплопроводность. Конвекция. Тепловое излучение. Испарение. Особенности термодинамики открытых систем. Стационарное состояние в открытой системе. Изменение энтропии в биологических системах.

##### Раздел 3. Электрические явления в биологических системах

Структура и функции биологических мембран. Транспорт веществ через биомембраны. Биопотенциалы. Поляризационные и электрические процессы в биологических объектах. Постоянный ток в биологических объектах. переменный ток в биологических объектах. Биологические объекты в статическом электрическом поле. Биологические объекты в статическом магнитном поле. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом.

##### Раздел 4. Оптические явления в биологии

Геометрическая оптика. Фотометрия. Поглощение света. Люминесценция. Видимое оптическое излучение. Инфракрасное излучение. Ультрафиолетовое излучение. Лазерное излучение. Элементы дозиметрии.

#### 4.2. Содержание лекций Очная форма обучения

| № п/п | Краткое содержание лекций                                         | Количество часов | Практическая подготовка |
|-------|-------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1     | Физические основы гидродинамики                                   | 2                | +                       |
| 2     | Биологическая акустика                                            | 2                | +                       |
| 3     | Реальные газы и пары                                              | 2                | +                       |
| 4     | Первый закон термодинамики в биологии                             | 2                | +                       |
| 5     | Механизм электрогенеза в клетках                                  | 2                | +                       |
| 6     | Действие постоянного электрического тока на биологические объекты | 2                | +                       |
| 7     | Взаимодействие света с веществом                                  | 2                | +                       |
| 8     | Элементы дозиметрии                                               | 2                | +                       |
|       | <b>Итого</b>                                                      | <b>16</b>        | <b>40%</b>              |

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

#### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование лабораторных занятий                                                          | Количество часов | Практическая подготовка |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1     | Введение в лабораторный практикум                                                          | 2                | +                       |
| 2     | Исследование плотности жидкости                                                            | 2                | +                       |
| 3     | Исследование вязкости жидкости                                                             | 2                | +                       |
| 4     | Исследование свойств ультразвука                                                           | 2                | +                       |
| 5     | Исследование влажности воздуха                                                             | 2                | +                       |
| 6     | Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент поверхностного натяжения жидкости   | 2                | +                       |
| 7     | Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты                      | 2                | +                       |
| 8     | Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани | 4                | +                       |
| 9     | Исследование влияния электромагнитного поля на вещество                                    | 2                | +                       |
| 10    | Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром                   | 2                | +                       |
| 11    | Измерение предела разрешения оптического прибора                                           | 2                | +                       |
| 12    | Исследование фотометрических величин рабочего места                                        | 4                | +                       |
| 13    | Измерение концентрации растворов оптически активных веществ                                | 2                | +                       |
| 14    | Исследование радиационной обстановки в помещении                                           | 2                | +                       |
|       | <b>Итого</b>                                                                               | <b>32</b>        | <b>16%</b>              |

### 4.4. Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены

### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

#### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся                          | Количество часов по очной форме обучения |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ | 18                                       |
| Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов                | 36                                       |
| Подготовка к промежуточной аттестации (зачету)                   | 6                                        |
| <b>Итого</b>                                                     | <b>60</b>                                |

#### 4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Наименование тем и вопрос                                                                | Количество часов        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|       |                                                                                          | по очной форме обучения |
| 1     | Введение в лабораторный практикум                                                        | 1                       |
| 2     | Физические основы гидродинамики                                                          |                         |
| 3     | Исследование плотности жидкости                                                          | 1,5                     |
| 4     | Исследование вязкости жидкости                                                           | 1,5                     |
| 5     | Биологическая акустика                                                                   |                         |
| 6     | Исследование свойств ультразвука                                                         | 1,5                     |
| 7     | Реальные газы и пары                                                                     |                         |
| 8     | Исследование влажности воздуха                                                           | 1,5                     |
| 9     | Изменение агрегатного состояния вещества                                                 | 4                       |
| 10    | Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент поверхностного натяжения жидкости | 1,5                     |
| 11    | Первый закон термодинамики в биологии                                                    |                         |
| 12    | Физические механизмы терморегуляции                                                      | 4                       |
| 13    | Второй закон термодинамики в биологии                                                    | 4                       |
| 14    | Механизм электрогенеза в клетках                                                         |                         |
| 15    | Биопотенциалы                                                                            | 4                       |
| 16    | Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты                    | 1                       |
| 17    | Действие постоянного электрического тока на биологические объекты                        |                         |

|    |                                                                                            |           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 18 | Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани | 1,5       |
| 19 | Действие переменного электрического тока на биологические объекты                          | 4         |
| 20 | Действие электрического поля на биологические объекты                                      | 4         |
| 21 | Действие магнитного поля на биологические объекты                                          | 4         |
| 22 | Исследование влияния электромагнитного поля на вещество                                    | 1,5       |
| 23 | Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром                   | 1,5       |
| 24 | Измерение предела разрешения оптического прибора                                           | 1,5       |
| 25 | Элементы фотометрии                                                                        | 4         |
| 26 | Исследование фотометрических величин рабочего места                                        | 1,5       |
| 27 | Биологическое действие оптических излучений                                                | 4         |
| 28 | Взаимодействие света с веществом                                                           |           |
| 29 | Измерение концентрации растворов оптически активных веществ                                | 1,5       |
| 30 | Лазерное излучение                                                                         | 4         |
| 31 | Элементы дозиметрии                                                                        |           |
| 32 | Исследование радиационной обстановки в помещении                                           | 1,5       |
|    | <b>Итого</b>                                                                               | <b>60</b> |

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

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

1. Биофизика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, уровень высшего образования бакалавриат, форма обучения – очная / Сост. С.В. Шамина, Н.Р. Шталева. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. – 78 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

2. Шамина С. В. Биофизика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, форма обучения – очная / С. В. Шамина. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. - 32 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

## **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:**

1. Машаев, С. Ш. Физика, биофизика : учебно-методическое пособие / С. Ш. Машаев, Р. А. Кутуев. — Грозный : ЧГУ им. А.А. Кадырова, 2023. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439586>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Присный, А. А. Биофизика. Курс лекций : учебное пособие для вузов / А. А. Присный. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 188 с. — ISBN 978-5-507-47726-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/409487>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная:**

1. Арташян, О. С. Биофизика : учебно-методическое пособие / О. С. Арташян, В. А. Мищенко, Е. Л. Лебедева ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 119 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696535>. – Библиогр.: с. 110. – ISBN 978-5-7996-2621-1. – Текст : электронный.

2. Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0851-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210956>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.07: Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, уровень высшего образования: бакалавриат / С.В. Шамина ; Южно-Уральский ГАУ, Институт ветеринарной медицины.— Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2020. — 138 с. Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/ivm/fbmi097.pdf>

5. Шамина, С. В. Физика. Электричество и электромагнетизм. Оптика. Физика атома и атомного ядра : учебное пособие для вузов / С. В. Шамина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-8856-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200375> (дата обращения: 02.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. — Санкт-Петербург, 2010-2025. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>. — Доступ по логину и паролю.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [информационно-аналитический портал]. — Москва, 2000-2025. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс]. — Москва, 2001-2025. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>. — Доступ по логину и паролю.

4. Южно-Уральский государственный аграрный университет [Электронный ресурс] : офиц. сайт. — 2025. — Режим доступа: <https://sursau.ru/about/library/contacts.php>.

### **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. Биофизика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, уровень высшего образования бакалавриат, форма обучения – очная / Сост. С.В. Шамина, Н.Р. Шталева. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. — 78 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

2. Шамина С. В. Биофизика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной

продукции, форма обучения – очная / С. В. Шамина. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. - 32 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

**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:

1. «Техэксперт: Базовые нормативные документы» (информационно-справочная система)
2. «Техэксперт: Пищевая промышленность» (информационно-справочная система)

**Программное обеспечение:** MyTestXPro 11.0; Windows 10 Home Single Language 1.0.63.71; Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1License NoLevel Legalization GetGenuine; Windows XP Home Edition OEM Software; Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc; Яндекс.Браузер (Yandex Browser); Moodle.

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

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

1. Учебная аудитория №423, оснащенная оборудованием и техническими средствами для выполнения лабораторных работ.
2. Аудитория №422, оснащенная мультимедийным комплексом (ноутбук, видеопроектор).

**Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Помещение 420 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

**Перечень оборудования и технических средств обучения:** штангенциркуль, секундомер, термометр ТТЖ, прибор ВУП-1, гигрометр ВИТ-1, психрометр МВ-4-2М, прибор УД 76, аппарат УВЧ, рефрактометр ИРФ 454-Б-2М, микроскоп МБИ-1, поляриметр, люксметр Ю, дозиметр ДРГБ-90, ноутбук Lenovo G570, проектор ViewSonic, экран.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины.....                                                                                                                                    | 13 |
| 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций.....                                                                                                                | 14 |
| 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..... | 16 |
| 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций.....                                                 | 16 |
| 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки .....                                                                                                     | 16 |
| 4.1.1. Опрос на лабораторном занятии.....                                                                                                                                                                          | 16 |
| 4.1.2. Оценивание отчета по лабораторной работе.....                                                                                                                                                               | 20 |
| 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....                                                                                                                                   | 23 |
| 4.2.1. Зачет.....                                                                                                                                                                                                  | 23 |
| 5. Комплект оценочных материалов                                                                                                                                                                                   | 26 |

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

ПК-5. Способен использовать знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                       | Формируемые ЗУН                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Наименование оценочных средств                                                |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                            | знания                                                                                                                                        | умения                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | навыки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Текущая аттестация                                                            | Промежуточная аттестация |
| ИД-1. ПК-5<br>Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | Обучающийся должен знать основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов (Б1.В.15 – 3.1) | Обучающийся должен уметь объяснить основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление; истолковывать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории (Б1.В.15 - У.1) | Обучающийся должен владеть навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования биофизической лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента (Б1.В.15 - Н.1) | Опрос на лабораторном занятии<br>Отчет по лабораторной работе<br>Тестирование | Зачет                    |

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

ИД-1. ПК-5 Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности

| Показатели оценивания (Формируемые ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | Недостаточный уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Достаточный уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Средний уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Высокий уровень                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Б1.В.15 – 3.1                           | Обучающийся не знает основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов                                                                                                                                                                                                                                            | Обучающийся слабо знает основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов                                                                                                                                                                                                                                            | Обучающийся знает основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов, с незначительными ошибками и отдельными пробелами                                                                                                                                                                           | Обучающийся знает основные биофизические явления, величины и законы; назначение и принципы действия важнейших приборов                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Б1.В.15 - У.1                           | Обучающийся не умеет объяснять основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указывать, какие законы описывают данное явление; истолковывать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории                                                                            | Обучающийся слабо умеет объяснить основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указывать, какие законы описывают данное явление; истолковать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории                                                                              | Обучающийся умеет объяснить основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указывать, какие законы описывают данное явление; истолковать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории с незначительными затруднениями                                | Обучающийся умеет самостоятельно объяснить основные наблюдаемые явления с позиции фундаментальных биофизических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление; истолковать смысл биофизических величин и понятий; работать с приборами и оборудованием биофизической лаборатории                                                                                       |
| Б1.В.15 - Н.1                           | Обучающийся не владеет навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования биофизической | Обучающийся слабо владеет навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования биофизической | Обучающийся владеет навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования | Обучающийся свободно владеет навыками использования основных биофизических законов и закономерностей для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения типовых задач профессиональной деятельности; навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования биофизической лаборатории; |

|  |                                                                     |                                                                     |                                                                                                              |                                                        |
|--|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|  | лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента | лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента | биофизической лаборатории; обработки и интерпретирования результатов эксперимента с небольшими затруднениями | обработки и интерпретирования результатов эксперимента |
|--|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|

### 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. Биофизика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, уровень высшего образования бакалавриат, форма обучения – очная / Сост. С.В. Шамина, Н.Р. Шталева. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. – 78 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

2. Шамина С. В. Биофизика [Электронный ресурс]: методические рекомендации по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, форма обучения – очная / С. В. Шамина. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. - 32 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>.

### 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 и (или) опыта деятельности 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 лабораторном занятии

Опрос на лабораторном занятии используется для оценки качества освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и/или темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки «Биофизика [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным занятиям для обучающихся по направлению подготовки: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, направленность Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, уровень высшего образования бакалавриат, форма обучения – очная / Сост. С.В. Шамина, Н.Р. Шталева. - Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2023. – 78 с. Режим доступа: <https://edu.sursau.ru/course/view.php?id=9943>) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

#### Очная форма обучения

| № | 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>Тема 1 «Введение в лабораторный практикум»</p> <p>1. Какие погрешности различают по форме представления результата измерения?</p> <p>2. Что понимают под абсолютной погрешностью измерения? Что она характеризует?</p> <p>3. Что понимают под относительной погрешностью измерения? Что она характеризует?</p> <p>4. Какие погрешности различают по источнику возникновения?</p> <p>5. Чем обусловлены методические, приборные и субъективные погрешности?</p> | <p>ИД-1. ПК-5</p> <p>Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических</p> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|   | <p>6. Какие погрешности различают по закономерностям проявления?</p> <p>7. Что понимают под систематическими и случайными погрешностями?</p> <p>8. Что называют непосредственным измерением? Приведите примеры непосредственных измерений.</p> <p>9. Поясните алгоритм выполнения непосредственного измерения</p> <p>10. Что называют косвенным измерением? Приведите примеры косвенных измерений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | процессах в профессиональной деятельности |
| 2 | <p>Тема 2 «Исследование плотности жидкости»</p> <p>1. Что называется массой тела? В каких единицах измеряется масса?</p> <p>2. Что называется плотностью вещества? В каких единицах измеряется плотность?</p> <p>3. Сформулируйте закон Архимеда, запишите и разъясните формулу Архимедовой силы.</p> <p>4. Как устроены весы Вестфала? В чем заключается их регулировка перед работой?</p> <p>5. От чего зависит величина выталкивающей (Архимедовой) силы, действующей на «поплавок» весов, при условии его полного погружения в жидкость?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |
| 3 | <p>Тема 3 «Исследование вязкости жидкости»</p> <p>1. Какова физическая природа внутреннего трения в жидкостях? В чем проявляется себя внутреннее трение?</p> <p>2. Чему равна сила внутреннего трения? Напишите и объясните формулу закона Ньютона для внутреннего трения.</p> <p>3. Дайте определение коэффициента вязкости жидкости. Какой единицей измеряется коэффициент вязкости в СИ? Что и как влияет на величину коэффициента вязкости?</p> <p>4. Сформулируйте закон Пуазейля; напишите и объясните формулу закона Пуазейля.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |
| 4 | <p>Тема 4 «Исследование свойств ультразвука»</p> <p>1. Что называют ультразвуком?</p> <p>2. Как получают ультразвук?</p> <p>3. Дайте понятие о явлении кавитации и пороге кавитации.</p> <p>4. Дайте понятие об акустических потоках жидкости.</p> <p>5. Расскажите о назначении, режимах и особенностях работы аппарата ВУТ – 1.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |
| 5 | <p>Тема 5 «Исследование влажности воздуха»</p> <p>1. Перечислите основные физические показатели воздуха.</p> <p>2. Что называют температурой воздуха? В каких единицах измеряется температура воздуха?</p> <p>3. Как влияет высокая и низкая температура на живые организмы?</p> <p>4. Что называют атмосферным давлением? В каких единицах измеряется атмосферное давление?</p> <p>5. Как влияет высокое и низкое атмосферное давление на живые организмы?</p> <p>6. Что называют влажностью воздуха? Почему воздух влажный?</p> <p>7. Что называется абсолютной влажностью воздуха? В каких единицах измеряется абсолютная влажность? Запишите и объясните формулу, определяющую абсолютную влажность.</p> <p>8. Что называется максимальной влажностью? В каких единицах измеряется максимальная влажность? Запишите и объясните формулу, определяющую максимальную влажность.</p> <p>9. Что называется точкой росы?</p> <p>10. Что называется относительной влажностью? Запишите и объясните формулу, определяющую относительную влажность воздуха. В каких единицах измеряется относительная влажность?</p> |                                           |
| 6 | <p>Тема 6 «Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент поверхностного натяжения жидкости»</p> <p>1. Что называется поверхностным натяжением?</p> <p>2. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения жидкости? Напишите определяющее уравнение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. В каких единицах измеряется эта величина?</p> <p>3. Что такое капилляр? Раскройте физический смысл явления капиллярности.</p> <p>4. Напишите и объясните формулу для определения разности уровней жидкостей в капилляре и в сообщающемся с ним широком сосуде.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    | 5. Напишите и объясните формулу, по которой в данной работе измеряется коэффициент поверхностного натяжения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 7  | <p>Тема 7 «Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните природу электропроводности живой ткани.</li> <li>2. Каким образом живая ткань пациента включается в электрическую цепь? Какое значение при этом имеют прокладки под электродами?</li> <li>3. В чем состоит процедура гальванизации? В чем заключается ее лечебное действие?</li> <li>4. В чем состоит процедура ионофореза? В чем заключается ее лечебное действие?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 8  | <p>Тема 8 «Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется вольтамперной характеристикой проводника?</li> <li>2. Объясните природу электропроводности живых тканей. В чем состоит сущность явления поляризации ткани при прохождении тока в ней? Что такое кривая поляризации ткани?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 9  | <p>Тема 9 «Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое электрическое сопротивление проводника? Какой единицей измеряется сопротивление? Напишите и разъясните формулу, выражающую зависимость сопротивления проводника от его размеров и материала.</li> <li>2. Что такое удельное сопротивление проводника; какой единицей измеряют удельное сопротивление?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 10 | <p>Тема 10 «Исследование влияния электромагнитного поля на вещество»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расскажите принципиальное устройство высокочастотных терапевтических аппаратов.</li> <li>2. Объясните механизм высокочастотного нагрева.</li> <li>3. Каково основное назначение аппарата УВЧ-66? Из каких основных частей он состоит?</li> <li>4. Расскажите об органах управления и контроля аппарата УВЧ-66.</li> <li>5. Какие меры безопасности надо соблюдать при работе с аппаратом УВЧ-66?</li> <li>6. Расскажите о методике эксперимента по изучению теплового действия высокочастотного электрического поля.</li> <li>7. Расскажите о методике эксперимента по изучению теплового действия высокочастотного магнитного поля.</li> </ol>                                                                                                                                      |  |
| 11 | <p>Тема 11 «Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните, какая среда называется оптически однородной, а какая оптически неоднородной? Как распространяется свет в этих средах?</li> <li>2. Дайте определение, напишите и объясните формулы абсолютного и относительного показателя преломления среды. Как взаимосвязаны эти показатели преломления?</li> <li>3. Сформулируйте законы отражения и преломления света: напишите и объясните формулы этих законов.</li> <li>4. Объясните, что такое предельный угол полного отражения? Явление полного отражения? Выведите формулу, выражающую связь предельного угла с показателями преломления сред.</li> <li>5. Объясните, как распространяются световые лучи при переходе из оптически менее плотной среды в оптически более плотную среду и наоборот.</li> </ol> |  |
| 12 | <p>Тема 12 «Измерение предела разрешения оптического прибора»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните, что называется линзой, главной оптической осью линзы, оптическим центром линзы, фокусом и фокусным расстоянием; чему равно линейное увеличение линзы?</li> <li>2. Начертите (по памяти) ход лучей в микроскопе и поясните рисунок.</li> <li>3. Объясните принцип работы микроскопа.</li> <li>4. Назовите основные узлы и механизмы микроскопа и объясните их назначение.</li> <li>5. Почему в оптический микроскоп невозможно рассматривать сколь угодно мелкие объекты? Что называют дифракцией?</li> <li>6. Объясните, что называется разрешающей способностью оптического прибора. Чем обусловлена разрешающая способность?</li> <li>7. Дайте определение предела разрешения оптического прибора, напишите и</li> </ol>                                                       |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    | разъясните формулы, дающие значения предела разрешения объектива микроскопа при прямом и наклонном освещении объекта микроскопирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 13 | Тема 13 «Исследование фотометрических величин рабочего места»<br>1. Дайте определения потоку излучения, световому потоку, силе света, освещенности. Напишите их определяющие формулы. Назовите их единицы.<br>2. Обоснуйте необходимость контроля освещенности бытовых и производственных помещений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 14 | Тема 14 «Исследование фотометрических величин рабочего места»<br>1. Дайте определения потоку излучения, световому потоку, силе света, освещенности. Напишите их определяющие формулы. Назовите их единицы.<br>2. Обоснуйте необходимость контроля освещенности бытовых и производственных помещений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| 15 | Тема 15 «Измерение концентрации растворов оптически активных веществ»<br>1. Какой свет называется естественным или неполяризованным?<br>2. Дайте определение поляризованного света. Как можно получить поляризованный свет?<br>3. Что такое поляризатор и анализатор? Напишите и объясните формулу закона Малюса.<br>4. Дайте определение оптически активного вещества, приведите примеры оптически активных веществ.<br>5. Объясните явление вращения плоскости колебаний поляризованного света: напишите и объясните формулу, определяющую зависимость угла поворота плоскости колебаний поляризованного света от концентрации раствора оптически активного вещества.<br>6. Что показывает коэффициент, называемый удельным вращением? Зависит ли значение удельного вращения от длины световой волны? Напишите и объясните формулу и единицу измерения удельного вращения.<br>7. Что показывает концентрация раствора?                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| 16 | Тема 16 «Исследование радиационной обстановки в помещении»<br>1. Почему специалистам сельского хозяйства необходимо знать уровень ионизирующих излучений (оценивать радиационную ситуацию)?<br>2. Что называют экспозиционной дозой ионизирующих излучений? Каковы ее единицы измерения в СИ, внесистемные единицы, каково соотношение между этими единицами?<br>3. Что называют поглощенной дозой ионизирующих излучений? Каковы ее единицы измерения в СИ, внесистемные единицы, каково соотношение между этими единицами?<br>4. Назовите коэффициент, выражающий связь между поглощенной дозой и экспозиционной дозой ионизирующих излучений? Приведите его значения для различных видов ионизирующих излучений.<br>5. Что называют биологической эквивалентной дозой ионизирующих излучений? Каковы ее единицы измерения в СИ, внесистемные единицы, каково соотношение между этими единицами?<br>6. Каков смысл коэффициента относительной биологической эффективности (ОБЭ)? От чего зависит его значение?<br>7. Дайте определение и приведите формулы мощности доз ионизирующих излучений.<br>8. Какое биологическое действие оказывают ионизирующие излучения? |  |

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

| Шкала                 | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка 5<br>(отлично) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полностью усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания физических явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных</li> </ul> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | вопросов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 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 материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала 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 явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации</li> </ul> |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки</li> </ul>                                                                                         |

#### 4.1.2. Оценивание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторной работе приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п.3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий.

##### Очная форма обучения

| № | 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>Тема 1 «Введение в лабораторный практикум»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерьте температуру в центре комнаты и запишите ее истинное значение.</li> <li>2. Измерьте температуру у входной двери, в центре комнаты и у окна и запишите ее истинное значение.</li> <li>3. Поясните алгоритм выполнения косвенного измерения.</li> <li>4. Косвенно измерьте вес своего тела и запишите его истинное значение.</li> <li>5. Что называют графиком?</li> <li>6. Какие правила необходимо соблюдать чтобы построить график?</li> <li>7. В чем суть метода графической интерполяции?</li> </ol> | <p>ИД-1. ПК-5</p> <p>Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности</p> |
| 2 | <p>Тема 2 «Исследование плотности жидкости»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напишите и разъясните уравнение, используемое при измерении плотности жидкости весами Вестфала.</li> <li>2. Найдите, чему равна плотность жидкости, в которой весы уравновешены следующими рейтерами: А1 – на крючке, В – на зарубке 7, С – на зарубке 3.</li> <li>3. Как в данной работе определяют абсолютную и относительную погрешности измерения плотности жидкости?</li> </ol>                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                       |
| 3 | <p>Тема 3 «Исследование вязкости жидкости»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расскажите устройство вискозиметра Оствальда и содержание эксперимента по измерению коэффициента вязкости этим прибором. Выведите и объясните формулу для работы с вискозиметром Оствальда.</li> <li>2. Как в данной работе находят коэффициент вязкости жидкости?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                       |
| 4 | <p>Тема 4 «Исследование свойств ультразвука»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расскажите, какие органы управления имеет аппарат ВУТ – 1.</li> <li>2. Расскажите, каков порядок работы с аппаратом ВУТ – 1.</li> <li>3. Как в данной работе определяется плотность воды?</li> <li>4. Как в данной работе определяется коэффициент вязкости воды?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 5  | <p>Тема 5 «Исследование влажности воздуха»</p> <p>1. Какие приборы используют для измерения влажности воздуха?</p> <p>2. Какое значение имеет высокая и низкая влажность воздуха для живых организмов?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| 6  | <p>Тема 6 «Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент поверхностного натяжения жидкости»</p> <p>1. Расскажите устройство экспериментальной установки и содержание эксперимента по измерению коэффициента поверхностного натяжения.</p> <p>2. Как проводится эксперимент по измерению коэффициента поверхностного натяжения растворов соли различной концентрации? От чего зависит значение коэффициента поверхностного натяжения растворов соли?</p> <p>3. Как проводится эксперимент по измерению коэффициента поверхностного натяжения растворов поверхностно активных веществ? От чего зависит значение коэффициента поверхностного натяжения растворов поверхностно активных веществ?</p> |  |
| 7  | <p>Тема 7 «Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты»</p> <p>1. Начертите (по памяти) электрическую схему аппарата для гальванизации и ионофореза; расскажите, как работает аппарат.</p> <p>2. Какова природа тока в живой ткани?</p> <p>3. Чем объясняется изменение окраски опытного образца при ионофорезе?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 8  | <p>Тема 8 «Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани»</p> <p>1. Начертите и разъясните схему электрической цепи экспериментальной установки. Расскажите содержание эксперимента по построению кривой поляризации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| 9  | <p>Тема 9 «Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани»</p> <p>1. По какой формуле вычисляют удельное сопротивление? Расскажите содержание эксперимента по измерению удельного сопротивления живой ткани.</p> <p>2. От чего зависит удельное сопротивление растительной ткани?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 10 | <p>Тема 10 «Исследование влияния электромагнитного поля на вещество»</p> <p>1. Как изменяется значение плотности жидкости до и после воздействия на нее высокочастотного электрического и магнитного поля?</p> <p>2. Как изменяется значение коэффициента вязкости жидкости до и после воздействия на нее высокочастотного электрического и магнитного поля?</p> <p>3. Как изменяется значение коэффициента поверхностного натяжения жидкости до и после воздействия на нее высокочастотного электрического и магнитного поля?</p>                                                                                                                                                                        |  |
| 11 | <p>Тема 11 «Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром»</p> <p>1. Расскажите устройство и принцип работы рефрактометра.</p> <p>2. Расскажите содержание эксперимента по измерению концентрации и показателя преломления растворов сахара.</p> <p>3. Расскажите содержание эксперимента по измерению концентрации и показателя преломления растворов соли.</p> <p>4. Поясните, как построить калибровочный график? Как, пользуясь графиком, определить концентрацию раствора?</p> <p>5. Как в данной работе находят абсолютную и относительную погрешности измерения концентрации раствора?</p>                                                                              |  |
| 12 | <p>Тема 12 «Измерение предела разрешения оптического прибора»</p> <p>1. Каким образом можно улучшить разрешающую способность микроскопа?</p> <p>2. Расскажите содержание эксперимента, напишите и объясните расчетные формулы по измерению предела разрешения объектива микроскопа.</p> <p>3. Как в данной работе находят погрешности предела разрешения?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| 13 | <p>Тема 13 «Исследование фотометрических величин рабочего места»</p> <p>1. Расскажите об устройстве люксметра.</p> <p>2. Объясните, почему в люксметрах в качестве фотоэлементов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    | используются селеновые полупроводники.<br>3. Объясните, с какой целью люксметр снабжается поглотителем. Как он используется?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| 14 | Тема 14 «Исследование фотометрических величин рабочего места»<br>1. Как определить абсолютную и относительную погрешности освещенности?<br>2. Какие величины в этой работе измеряются непосредственно, а какие косвенно?<br>3. Как в данной работе находят относительную и абсолютную погрешности силы света?                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| 15 | Тема 15 «Измерение концентрации растворов оптически активных веществ»<br>1. Расскажите устройство, принцип работы поляриметра и содержание эксперимента по измерению удельного вращения и концентрации раствора оптически активных веществ.<br>2. По какой формуле определяют концентрацию раствора в работе?<br>3. Как в данной работе находят погрешности измерений удельного вращения и концентрации раствора?                                                                                                                                                     |  |
| 16 | Тема 16 «Исследование радиационной обстановки в помещении»<br>1. На чем основаны методы обнаружения и регистрации ионизирующих излучений? Расскажите об устройстве и принципе действия счетчика Гейгера – Мюллера.<br>2. Расскажите об устройстве и принципе действия дозиметра бытового ДРГБ – 90.<br>3. Чему равна относительная погрешность при измерении мощности доз ионизирующих излучений дозиметром бытовым ДРГБ – 90? Приведите формулу для определения абсолютной погрешности измерения мощности экспозиционной и эквивалентной доз ионизирующих излучений. |  |

Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

| Шкала                             | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка 5<br>(отлично)             | - изложение материала логично, грамотно;<br>- свободное владение терминологией;<br>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;<br>- умение описывать законы, явления и процессы;<br>- умение проводить и оценивать результаты измерений;<br>- способность решать практические задачи                                           |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | - изложение материала логично, грамотно;<br>- свободное владение терминологией;<br>- осознанное применение теоретических знаний для описания законов, явлений и процессов, решения конкретных практических задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности                                              |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | - изложение материала неполно, непоследовательно,<br>- неточности в определении понятий, в применении знаний для описания законов, явлений и процессов, решения конкретных практических задач, проведения и оценивания результатов измерений,<br>- затруднения в обосновании своих суждений;<br>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены практические задачи, неправильно оцениваются результаты измерений;<br>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении                                               |

## **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».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных занятий. Зачет принимается преподавателями, 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 или заместителя директора Института по учебной работе не допускается.

Форма проведения зачета – устный опрос по билетам или тестирование, определяется кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в директорате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в директорат 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.

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 директором 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 и 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                                                                                                                                  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 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 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидродинамика идеальной жидкости.</li> <li>2. Гидродинамика вязкой жидкости.</li> <li>3. Звук как физическое явление.</li> <li>4. Звук как психофизическое явление.</li> <li>5. Шум и его значение в биологии.</li> <li>6. Биофизика инфразвука.</li> <li>7. Биофизика ультразвука.</li> <li>8. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.</li> <li>9. Опыт Эндрю. Критическая температура. Сжижение газа. Эффект Джоуля – Томсона.</li> <li>10. Фазовые превращения вещества.</li> <li>11. Процессы превращения веществ.</li> <li>12. Тепловой баланс живого организма</li> <li>13. Теплопродукция живого организма</li> <li>14. Перенос тепла в организме</li> <li>15. Теплопроводность. Конвекция.</li> <li>16. Тепловое излучение. Испарение.</li> <li>17. Изменение энтропии в биологических системах.</li> <li>18. Особенности термодинамики открытых систем.</li> <li>19. Стационарное состояние в открытой системе.</li> <li>20. Структура и функции биологической мембраны.</li> <li>21. Пассивный транспорт веществ через мембрану.</li> <li>22. Активный транспорт веществ через мембрану.</li> <li>23. Общие сведения о биопотенциалах.</li> <li>24. Биопотенциалы покоя.</li> <li>25. Биопотенциалы действия.</li> <li>26. Основные понятия и законы постоянного электрического тока.</li> <li>27. Действие постоянного электрического тока на биологические объекты.</li> <li>28. Основные понятия и законы переменного электрического тока.</li> <li>29. Действие переменного электрического тока на биологические объекты.</li> <li>30. Основные характеристики электрического поля.</li> <li>31. Действие электрического поля на биологические объекты.</li> <li>32. Основные характеристики магнитного поля.</li> <li>33. Действие электрического поля на биологические объекты.</li> <li>34. Энергетические фотометрические величины.</li> <li>35. Световые фотометрические величины.</li> <li>36. Эффективные фотометрические величины.</li> <li>37. Видимо оптическое излучение.</li> <li>38. Инфракрасное излучение.</li> <li>39. Ультрафиолетовое излучение.</li> <li>40. Дисперсия света.</li> <li>41. Поглощение света.</li> <li>42. Люминесценция света.</li> <li>43. Физические свойства лазерного излучения.</li> <li>44. Биологическое действие лазерного излучения.</li> <li>45. Применение лазеров в биотехнологии.</li> <li>46. Дозиметрия ионизирующего излучения.</li> <li>47. Источники ионизирующего излучения.</li> <li>48. Исследование плотности жидкости.</li> <li>49. Исследование вязкости жидкости.</li> <li>50. Исследование свойств ультразвука.</li> <li>51. Исследование влажности воздуха.</li> <li>52. Влияние поверхностно активного вещества на коэффициент</li> </ol> | ИД-1. ПК-5<br>Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>поверхностного натяжение.</p> <p>53. Исследование прохождения постоянного тока через биологические объекты.</p> <p>54. Исследование электропроводности живой ткани, измерение удельного сопротивления живой ткани.</p> <p>55. Исследование влияния электромагнитного поля на вещество.</p> <p>56. Измерение показателя преломления и концентрации растворов рефрактометром.</p> <p>57. Измерение предела разрешения оптического прибора</p> <p>58. Измерение концентрации растворов оптически активных веществ</p> <p>59. Исследование фотометрических величин рабочего места.</p> <p>60. Исследование радиационной обстановки в помещении.</p> |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

| Шкала               | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «зачтено»    | <p>знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильный ответ на вопрос (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса, или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</p> <p>Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях</p> |
| Оценка «не зачтено» | пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
по дисциплине «Биофизика»

## СОДЕРЖАНИЕ

|    |                                          |    |
|----|------------------------------------------|----|
| 1. | Спецификация.....                        | 28 |
| 2. | Тестовые задания.....                    | 30 |
| 3. | Ключи к оцениванию тестовых заданий..... | 35 |

## 1. Спецификация

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

Наименование УГС/УГСН – 35.00.00 Сельское, лесное и рыбное хозяйство

Направление подготовки – 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Направленность – Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

### 1.2. Нормативное основание отбора содержания

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО), утверждённый Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 17.07.2017 г. № 669.

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области биотехнологий продуктов питания», утвержденный Приказом Минтруда России от 24.09.2019 № 633н.

### 1.3. Общее количество тестовых заданий

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                | Количество заданий |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ПК-5            | Способен использовать знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | 20                 |
| Всего           |                                                                                                                                                                         | 20                 |

### 1.4. Распределение тестовых заданий по компетенциям

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                | Наименование индикаторов сформированности компетенции                                                                                                                 | Номер задания |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ПК-5            | Способен использовать знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | ИД-1ПК-5 Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | 1 - 20        |

### 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-5            | ИД-1ПК-5 Использует знания о физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессах в профессиональной деятельности | 1-4           | Задание закрытого типа на установление соответствия                                                               | Повышенный        | 5                      |
|                 |                                                                                                                                                                       | 5-8           | Задание закрытого типа на установление последовательности                                                         | Повышенный        | 5                      |
|                 |                                                                                                                                                                       | 9-12          | Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа   | Базовый           | 3                      |
|                 |                                                                                                                                                                       | 13-16         | Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов | Базовый           | 3                      |

|  |  |       |                                              |         |    |
|--|--|-------|----------------------------------------------|---------|----|
|  |  | 17-20 | 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                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</li> <li>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</li> <li>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4)</li> </ol> |
| Задание закрытого типа на установление последовательности                                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</li> <li>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА или 135)</li> </ol>                                        |
| Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырех предложенных и обоснованием ответа | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Выбрать один ответ, наиболее верный.</li> <li>4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.</li> <li>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа</li> </ol>                                                                                     |
| Задание открытого типа с развернутым ответом                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</li> <li>2. Продумать логику и полноту ответа.</li> <li>3. Записать ответ, используя четкие, компактные формулировки.</li> <li>4. В случае расчётной задачи, записать решение и ответ</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                |

### 1.7. Система оценивания выполнения тестовых заданий

| Указания по оцениванию                                                                                                                                                                                                            | Результат оценивания<br>(баллы, полученные за выполнение задания/характеристика правильности ответа)                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 1 баллом;<br>неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.<br>Либо указывается «верно»/«неверно»                                                                                                                 |
| Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным если правильно указана вся последовательность цифр                                                                                                     | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом;<br>если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.<br>Либо указывается «верно»/«неверно»                                                                                                        |
| 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;<br>неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.<br>Либо указывается «верно»/«неверно»                                                                                                                        |
| Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных с обоснованием выбора ответов считается верным, если правильно указаны цифры и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа | Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом;<br>если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.<br>Либо указывается «верно»/«неверно»                                                                                                        |
| 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 одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует – 0 баллов<br>Либо указывается «верно»/«неверно» |

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. (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между видом энергии и его характеристикой. К каждой позиции в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца.

| Вид энергии |               | Характеристика |                                                                                                                      |
|-------------|---------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | механическая  | А              | сумма кинетической энергии хаотического теплового движения всех атомов и молекул вещества                            |
| 2           | тепловая      | Б              | энергия, обуславливающая взаимодействие атомов в молекуле в веществе                                                 |
| 3           | химическая    | В              | энергия взаимодействия электрически заряженных частиц, вызывающая движение этих частиц в электрическом поле          |
| 4           | электрическая | Г              | вид энергии, характеризующий движение макротел, способность их совершать механическую работу по перемещению этих тел |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |

### Задание 2. (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между видом давления и его характеристикой. К каждой позиции в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца.

| Вид давления |              | Характеристика |                                                                   |
|--------------|--------------|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1            | динамическое | А              | обусловлено высотой жидкости над некоторым горизонтальным уровнем |
| 2            | весовое      | Б              | обусловлено движением жидкости                                    |
| 3            | статическое  | В              | давление, под которым жидкость подается в поток                   |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
|   |   |   |

### Задание 3. (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между звуковой волной и ее частотой. К каждой позиции в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца.

| Звуковая волна |               | Частота звуковой волны |                    |
|----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| 1              | ультразвук    | А                      | от 0 Гц до 16 Гц   |
| 2              | слышимый звук | Б                      | от 20 кГц и более  |
| 3              | инфразвук     | В                      | от 16 Гц до 20 кГц |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
|   |   |   |

### Задание 4. (Задание закрытого типа на установление соответствия)

Установите соответствие между фазой процесса развития потенциала действия и характеристикой фазы. К каждой позиции в левом столбце, выберите соответствующую позицию из правого столбца.

| Фаза развития потенциала действия |               | Характеристика фазы |                                                            |
|-----------------------------------|---------------|---------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                                 | реполяризация | А                   | кратковременная перезарядка мембраны, в результате которой |

|   |               |   |                                                                              |
|---|---------------|---|------------------------------------------------------------------------------|
|   |               |   | внутренняя поверхность заряжается положительно, а наружная отрицательно      |
| 2 | овершут       | Б | возвращение мембранного потенциала к исходному состоянию                     |
| 3 | деполяризация | В | возрастание мембранного потенциала до нуля и далее до положительных значений |

*Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами*

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
|   |   |   |

**Задание 5.** (Задание закрытого типа на установление последовательности)

*Установите правильную последовательность протекания кислородно-озонных реакций:*

- 1) Под действием фотона электромагнитного излучения происходит разложение озона  
 $O_3 + h\nu \Rightarrow O_2 + O$
- 2) Активные атомы кислорода присоединяются к молекулам кислорода и образует озон  
 $O_2 + O^* \Rightarrow O_3$
- 3) Под действием ультрафиолетового излучения солнца в стратосфере происходит диссоциация молекул кислорода  
 $O_2 + h\nu \Rightarrow 2O^*$

*Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:*

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**Задание 6.** (Задание закрытого типа на установление последовательности)

*Установите правильную последовательность этапов облегченной диффузии:*

- 1) На внутренней стороне мембраны происходит распад комплекса и высвобождение вещества А, которое переходит внутрь клетки
- 2) Во внешней среде имеется нерастворимое в воде вещество А (например, белок), а внутри мембраны находится вещество В, называемое переносчиком.
- 3) На внешней стороне мембраны в водной фазе образуется комплекс ВА, который может проникать через мембрану
- 4) Переносчик В возвращается к внешней поверхности мембраны

*Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:*

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**Задание 7.** (Задание закрытого типа на установление последовательности)

*Установите правильную последовательность стадий протекания калий-натриевого насоса:*

- 1) Отщепление остатка фосфорной кислоты
- 2) Внутри клетки три иона натрия присоединяются к ферменту Е, который к тому времени фосфорилируется за счет комплекса Mg - АТФ. Это значит, что одна фосфатная группа Ф с макроэргической связью ~ переходит к ферменту.
- 3) Перенос центров связывания вместе с ионами калия внутрь клетки
- 4) Перенос центров связывания натрия на внешнюю часть мембраны
- 5) Отсоединение ионов натрия и замена этих ионов двумя ионами калия, находящимися во внешней среде
- 6) Отщепление калия, присоединение натрия и фосфорилирование фермента

*Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:*

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

**Задание 8.** (Задание закрытого типа на установление последовательности)

Установите правильную расположения тканей организма по мере увеличения их удельного электрического сопротивления:

- 1) сухая кожа
- 2) мозговая и нервная ткань
- 3) кровь
- 4) жировая ткань

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**Задание 9.** (Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите наиболее верный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какому закону соответствует формулировка: «Тепловой эффект химической реакции, развивающейся через ряд последовательных стадий, не зависит от пути реакции, а определяется лишь разностью энергий исходного и конечного состояния химической системы»?

- 1) закон сохранения энергии
- 2) второй закон термодинамики
- 3) первый закон термодинамики
- 4) закон Гесса

Ответ:

Обоснование:

**Задание 10.** (Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите наиболее верный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Как известно, если поместить в пробирку жидкость со взвешенными в ней частицами и привести пробирку во вращательное движение- то на каждую частицу, находящуюся на расстоянии от центра вращения, действует центробежная сила инерции. Если плотность частицы больше плотности жидкости, то, как будут вести себя более тяжелые частицы относительно самой жидкости?

- 1) располагаться на поверхности
- 2) перемещаться от оси вращения ко дну пробирки
- 3) находиться во взвешенном состоянии
- 4) равномерно распределяться по всему объему жидкости

Ответ:

Обоснование:

**Задание 11.** (Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырёх предложенных и обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите наиболее верный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

При распространении волн определенного уровня интенсивности в жидкости может возникнуть кавитация. В результате вещество в кавитационной области подвергается интенсивным воздействиям, что проявляется в кавитационной эрозии, т.е. в разрушении поверхности твердых тел, микроорганизмов. Это свойство используют для очистки поверхности металлов от окалины, жировых пленок, для диспергирования твердых тел и

получения эмульсий несмешиваемых жидкостей, обработки продуктов питания (овощей, фруктов, молока и т.д.) и увеличения срока их хранения.

О каких волнах идет речь в тексте?

- 1) слышимый звук
- 2) инфразвук
- 3) ультразвук
- 4) гамма-излучение

Ответ:

Обоснование:

**Задание 12.** (Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из четырех предложенных и обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите наиболее верный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Хранение ряда товаров и продуктов осуществляется при строго определенных параметрах влажности и температуре. В особенности влажность воздуха подлежит точной оценке в закрытых или плохо вентилируемых помещениях (склады, хранилища), в сушильных камерах и т.д.

Как называется физическая величина, равная массе водяного пара, содержащегося в одном кубическом метре воздуха в состоянии насыщения при данной температуре?

- 1) относительная влажность
- 2) максимальная влажность
- 3) абсолютная влажность
- 4) точка росы

Ответ:

Обоснование:

**Задание 13.** (Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Одним из важных показателей, оцениваемых в помещениях для производства, переработки и хранения продукции является влажность воздуха. Какие приборы позволяют измерять относительную влажность воздуха?

- 1) психрометр
- 2) поляриметр
- 3) спектроскоп
- 4) гигрометр
- 5) термометр
- 6) гигрограф

Ответ:

Обоснование:

**Задание 14.** (Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

При прохождении света через вещество он частично поглощается и отражается этим веществом. Поглощение света веществом осуществляется по экспоненциальному закону, получившему название закон Бугера – Ламберта – Бера.

Что происходит с интенсивностью света при прохождении его через вещество?

- 1) экспоненциально увеличивается в зависимости от длины оптического пути
- 2) экспоненциально уменьшается в зависимости от длины оптического пути
- 3) не зависит от длины оптического пути
- 4) экспоненциально уменьшается в зависимости от концентрации вещества
- 5) экспоненциально увеличивается в зависимости от концентрации вещества

Ответ:

Обоснование:

**Задание 15.** (Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Люминесценция (холодное свечение) – оптическое излучение, отличающееся от теплового, способное продолжаться после устранения его источника. Люминесцировать тело может при любой температуре, так как вызывается любыми причинами, кроме нагревания (облучение светом, рентгеновскими лучами, заряженными частицами и т.д.).

Какие разновидности люминесценции выделяют в зависимости от времени, затрачиваемом в среднем на переход центра люминесценции из возбужденного состояния на более низкий энергетический уровень?

- 1) хемилюминесценция
- 2) биолюминесценция
- 3) флуоресценция
- 4) триболюминесценция
- 5) фосфоресценция

Ответ:

Обоснование:

**Задание 16.** (Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием ответа)

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

В связи с негативными последствиями атомных взрывов в мирных целях, сбросов радиоактивных отходов в реки и озера, загрязнения природной среды при эксплуатации атомных электростанций, изучение основ радиационной безопасности и радиационной дозиметрии становится все более актуальной проблемой человечества. Выделяют две основных группы факторов, оказывающих влияние на радиационный фон Земли – естественные и антропогенные.

Какие их перечисленных факторов относятся к антропогенным?

- 1) космическими лучами, падающими на землю из космоса
- 2) наличием радиоактивных элементов, содержащихся в земных породах
- 3) сжиганием каменного угля, приводящим к выбросам в атмосферу содержащихся в нем радионуклидов калия-40, урана - 238 и тория-232
- 4) внесением в течение длительного времени фосфатных удобрений приводит к увеличению активности урана, тория и продуктов их семейств в почве
- 5) наличием радиоактивных элементов, содержащихся в почве и воде

Ответ:

Обоснование:

**Задание 17.** (Задание открытого типа с развернутым ответом)

*Прочитайте текст задания, продумайте логику и полноту ответа; запишите ответ и решение задачи.*

Пищевой рацион человека, занимающегося умственным трудом, должен составлять 450 г углеводов, 100 г жиров и 120 г белков. Какое количество энергии (в МДж), выделяется в организме человека при окислении пищи, если считать, что усваивается 90% питательных веществ? Калорийность белков 17500 кДж/кг, жиров 37600 кДж/кг и углеводов 17000 кДж/кг.

Ответ:

Решение:

**Задание 18.** (Задание открытого типа с развернутым ответом)

*Прочитайте текст задания, продумайте логику и полноту ответа; запишите ответ и решение задачи.*

При сепарировании молока на каждую 1000 л расходуется  $Q = 1,5$  кВт·ч электроэнергии. Сколько потребуется времени для обработки такого количества молока, если мощность двигателя, вращающего сепаратор  $P = 0,25$  кВт.

Ответ:

Решение:

**Задание 19.** (Задание открытого типа с развернутым ответом)

*Прочитайте текст задания, продумайте логику и полноту ответа; запишите ответ и решение задачи.*

Для обеззараживания бактериального токсина необходимо создать бактериальную облученность  $E_b = 156$  мбакт/м<sup>2</sup>. Токсин в чашке Петри помещен под УФ-источник БУВ-30, создающий поток  $\Phi = 4,5$  бакт. На каком расстоянии от чашки следует поместить облучатель, считая его точечным?

Ответ:

Решение:

**Задание 20.** (Задание открытого типа с развернутым ответом)

*Прочитайте текст задания, продумайте логику и полноту ответа; запишите ответ и решение задачи.*

На ядра животных и растительных клеток можно воздействовать ультрафиолетовым излучением длиной волны около 254 нм, так как оно не поглощается цитоплазмой клетки. Чему равна энергия фотонов этого излучения (значение выразить в Дж)?

Ответ:

Решение:

**3. Ключи к оцениванию тестовых заданий**

| № задания | Верный ответ | Критерии оценивания                                         |
|-----------|--------------|-------------------------------------------------------------|
| 1         | 1Г 2А 3Б 4В  | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 2         | 1Б 2А 3В     | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 3         | 1Б 2В 3А     | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 4         | 1Б 2А 3В     | 1 б – совпадение с верным ответом                           |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0 б – остальные случаи                                      |
| 5  | 321                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1 б – полный правильный ответ<br>0 б – все остальные случаи |
| 6  | 2,3,1,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 б – полный правильный ответ<br>0 б – все остальные случаи |
| 7  | 2,4,5,1,3,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1 б – полный правильный ответ<br>0 б – все остальные случаи |
| 8  | 3,2,4,1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 б – полный правильный ответ<br>0 б – все остальные случаи |
| 9  | 4<br>Обоснование: При окислении пищевых продуктов, на первый взгляд, здесь возникают непреодолимые трудности, обусловленные тем, что нам могут быть неизвестны все биохимические реакции, протекающие в организме животного, а, следовательно, и их энергетический выход.<br>Эту трудность можно преодолеть, применяя закон Гесса. Тепловой эффект химической реакции, развивающейся через ряд последовательных стадий, не зависит от пути реакции, а определяется лишь разностью энергий исходного и конечного состояния химической системы.<br>$E_1 - E_2 = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$<br>$E_1$ – начальное энергетическое состояние вещества; $E_2$ – конечное энергетическое состояние вещества; $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – энергии промежуточных реакций.<br>Закон Гесса широко применяется для определения теплосодержания продуктов питания | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 10 | 2<br>Обоснование: Если поместить в пробирку жидкость со взвешенными в ней частицами и привести пробирку во вращательное движение, то на каждую частицу, находящуюся на расстоянии от центра вращения, действует центробежная сила инерции, определяемая по формуле<br>$F_c = (\rho - \rho_g)V\omega^2 r$<br>где<br>$\rho$ - плотность частицы,<br>$\rho_n$ - плотность жидкости;<br>$V$ - объем частицы;<br>$\omega$ - угловая скорость вращения.<br>Если $\rho > \rho_g$ , то $F_c > 0$ , т.е. сила направлена от центра вращения. Это значит, что более тяжелые, чем жидкость, частицы будут перемещаться от оси вращения ко дну пробирки                                                                                                                                                                                                    | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 11 | 3<br>Обоснование: В зависимости от длины волны и частоты можно выделить три основных диапазона звуковых волн – инфразвук, слышимый звук и ультразвук.<br>Ультразвук – это высокочастотные упругие колебания, не воспринимаемые человеческим ухом, с частотой 10-15 кГц. За теоретическую верхнюю границу УЗ принимается 1013 Гц.<br>Одним из явлений, возникающим в жидкости под действием ультразвука, является кавитация. Кавитация – явление разрыва слоев жидкости под действием УЗ и образования в месте разрыва пузырьков, заполненных паром данной жидкости. Большие давления, возникающие при захлопывании кавитационных пузырьков, могут разрушать находящиеся в данной жидкости капельки других жидкостей или частички твердых тел                                                                                                   | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |
| 12 | 2<br>Обоснование: Содержание водяных паров в воздухе можно количественно выразить такими величинами, как абсолютная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1 б – совпадение с верным ответом<br>0 б – остальные случаи |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>влажность воздуха, максимальна влажность воздуха и относительная влажность воздуха. Физическая величина, равная массе водяного пара, содержащегося в одном кубическом метре воздуха в состоянии насыщения при данной температуре, называется максимальной влажностью</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| 13 | <p>1,4,6</p> <p>Обоснование: Содержание водяных паров в воздухе можно количественно выразить такими величинами, как абсолютная влажность воздуха, максимальна влажность воздуха и относительная влажность воздуха. Практическую значимость имеет относительная влажность воздуха, которую можно измерить различными приборами, такими как: психрометр, гигрометр, гигрограф</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>1 б – полный правильный ответ</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>                                             |
| 14 | <p>2,4</p> <p>Обоснование: Поглощение света – переход внутренней энергии фотона во внутреннюю энергию вещества. Вещества, слабо поглощающие свет, принято называть прозрачными, сильно – непрозрачными. Такая классификация зависит не только от природы света, но и от толщины слоя вещества.</p> <p>Поглощение света веществом осуществляется по экспоненциальному закону Бугера – Ламберта – Бера, описываемого формулой</p> $J = J_0 e^{-\alpha CL}$ <p>Согласно формуле интенсивность светового потока, проходящего через вещество, экспоненциально уменьшается в зависимости от длины оптического пути <math>L</math> и концентрации вещества <math>C</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>1 б – полный правильный ответ</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>                                             |
| 15 | <p>3,5</p> <p>Обоснование: Одной из основных характеристик люминесцентного процесса является время, затрачиваемое в среднем на переход центра люминесценции из возбужденного состояния на более низкий энергетический уровень. При этом выделяют следующие разновидности люминесценции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Флуоресценция – люминесцентное излучение, которое прекращается быстро, примерно за <math>10^{-8}</math> с после отключения его от возбудителя. Она незаметна на глаз. Характерна для жидкостей и газов.</li> <li>2. Фосфоресценция – люминесценция, у которой послесвечение заметно на глаз. Она присуща твердым телам</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>1 б – полный правильный ответ</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>                                             |
| 16 | <p>3,4</p> <p>Обоснование: В наши дни естественный радиоактивный фон дополняется антропологическим фактором, обусловленным человеческой деятельностью.</p> <p>Радиоактивные загрязнения от сжигания каменного угля обусловлены выбросом в атмосферу содержащихся в нем радионуклидов калия-40, урана - 238 и тория-232. При сжигании угля происходит концентрирование радионуклидов в золе, которая проходит через фильтрующие системы и рассеивается на определенной территории. В регионах, где уголь используется в качестве основного источника энергии для обогрева и приготовления пищи, вынос золы велик, кроме того, зола используется в качестве строительного материала. Поэтому вокруг теплоэлектростанций всегда повышен уровень радиации.</p> <p>Длительное применение фосфатных удобрений увеличивает активность урана, тория и продуктов их семейств в почве.</p> <p>Радиоактивное загрязнение пищевых культур является менее значимым, по сравнению с загрязнениями радионуклидами при сбросе в окружающую среду жидких отходов фосфатных производств</p> | <p>1 б – полный правильный ответ</p> <p>0 б – все остальные случаи</p>                                             |
| 17 | <p>Ответ: 12,16 МДж</p> <p>Решение: Запишем исходные данные и переведем значения в СИ</p> <p>количество белков, <math>m_б = 120 \text{ г} = 0,120 \text{ кг}</math></p> <p>количество жиров, <math>m_ж = 100 \text{ г} = 0,100 \text{ кг}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>1 б - допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный,</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>количество углеводов, <math>m_y = 450 \text{ г} = 0,450 \text{ кг}</math><br/> калорийность белков, <math>C_б = 17500 \text{ кДж/кг} = 17500 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}</math><br/> калорийность жиров, <math>C_ж = 37600 \text{ кДж/кг} = 37600 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}</math><br/> калорийность углеводов, <math>C_y = 17000 \text{ кДж/кг} = 17000 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}</math><br/> Определим общее количество энергии, выделяемой в организме человека при окислении пищи</p> $\Delta Q = \Delta Q_б + \Delta Q_ж + \Delta Q_y$ <p>где</p> $\Delta Q_б = C_б \cdot m_б$ $\Delta Q_ж = C_ж \cdot m_ж$ $\Delta Q_y = C_y \cdot m_y$ <p>По условию задачи сказано, что усваивается 90% питательных веществ, т.е. коэффициент усвоения <math>k = 0,9</math><br/> Выведем итоговую формулу для расчета общего количества энергии, усвоенной организмом</p> $\Delta Q = k \cdot ((C_б \cdot m_б) + (C_ж \cdot m_ж) + (C_y \cdot m_y))$ <p>Подставим имеющиеся значения в формулу и рассчитаем значение энергии</p> $\Delta Q = 0,9((17500 \cdot 10^3 \cdot 0,120) + (37600 \cdot 10^3 \cdot 0,100) + (17000 \cdot 10^3 \cdot 0,450)) = 12159 \cdot 10^3 \approx 12,16 \text{ МДж}$ <p>Таким образом, суммарное количество энергии, которое фактически усваивается организмом, равно примерно 12,16 МДж</p> | <p>0 б - допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует</p>                                                                                                                |
| 18 | <p>Ответ: 6 часов</p> <p>Решение: Для решения данной задачи необходимо установить взаимосвязь между количеством потребляемой энергии (<math>Q</math>), мощностью устройства (<math>P</math>) и временем работы (<math>t</math>). Формула связи выглядит следующим образом:</p> $Q = P \cdot t$ <p>где:</p> <p><math>Q</math> – количество энергии, затраченной на обработку молока,<br/> <math>P</math> – мощность устройства,<br/> <math>t</math> – требуемое время работы.</p> <p>Из условия известно, что:<br/> <math>Q = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1500 \text{ Вт} \cdot \text{ч},</math><br/> <math>P = 0,25 \text{ кВт} = 250 \text{ Вт}.</math></p> <p>Необходимо вычислить <math>t</math>, подставив известные значения в формулу:</p> $t = Q/P$ <p>Подставляем числа в формулу:<br/> <math>t = 1500 / 250 = 6 \text{ (ч)}</math></p> <p>Таким образом, двигатель должен проработать 6 часов, чтобы обработать заданное количество молока</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>3 б - полный правильный ответ;<br/> 1 б - допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный,<br/> 0 б - допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует</p> |
| 19 | <p>Ответ: 1,5 м</p> <p>Решение: Запишем исходные данные и переведем их в СИ<br/> Бактериальная облученность <math>E_б = 156 \text{ мбакт/м}^2 = 0,156 \text{ бакт/м}^2</math><br/> Бактерицидный поток <math>\Phi_б = 4,5 \text{ бакт}</math><br/> Взаимосвязь между бактерицидным потоком и бактерицидной облученностью выражается формулой</p> $E_б = \frac{\Phi_б}{S}$ <p>где:</p> <p><math>S</math> – единица облучаемой поверхности, определяемая по формуле<br/> <math>S = 4\pi r^2</math></p> <p>Подставим значение <math>S</math> в формулу бактерицидной облученности</p> $E_б = \frac{\Phi_б}{4\pi r^2}$ <p>выведем из этой формулы формулу для нахождения <math>r</math> – расстояния от источника света до облучаемой поверхности</p> $r = \sqrt{\frac{\Phi_б}{E_б \cdot 4 \cdot \pi}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>3 б - полный правильный ответ;<br/> 1 б - допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный,<br/> 0 б - допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Подставляем численные значения в формулу</p> $r = \sqrt{\frac{4,5}{0,156 \cdot 4 \cdot 3,14}} = \sqrt{2,3} \approx 1,5 \text{ (м)}$ <p>Следовательно, источник надо разместить примерно на высоте около 1,5 метров над поверхностью чашки Петри</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                  |
| 20 | <p>Ответ: <math>7,83 \cdot 10^{-19}</math> Дж</p> <p>Решение: Запишем исходные данные и переведем их в СИ.<br/> <math>\lambda = 254 \text{ нм} = 254 \cdot 10^{-9} \text{ м}</math><br/>         Энергия фотона определяется по формуле:<br/> <math>E = h \cdot \nu</math><br/>         где<br/> <math>h</math> - постоянная Планка, <math>h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}</math><br/> <math>\nu</math> – частота излучения.</p> <p>Запишем формулу взаимосвязи частоты, длины волны и скорости фотона</p> $\nu = \frac{c}{\lambda}$ <p>где<br/> <math>c</math> – скорость фотона, <math>c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}</math><br/> <math>\lambda</math> – длина волны.</p> <p>Поставим формулу для определения частоты в формулу для определения энергии фотона</p> $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ <p>Подставим известные значения в формулу и рассчитаем значение энергии фотона</p> $E = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{254 \cdot 10^{-9}} = 0,0783 \cdot 10^{-17} \approx 7,83 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ <p>Таким образом, энергия фотона ультрафиолетового излучения равна <math>7,83 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}</math></p> | <p>3 б - полный правильный ответ;</p> <p>1 б - допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный,</p> <p>0 б - допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует</p> |

## Лист регистрации изменений

[illegible]