

2023

Автор-составитель:  
Свердлова Наталья Дмитриевна, кандидат химических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Физики-химическая биология» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22 февраля 2018 г., № 125

Дисциплина входит в «Предметно-методический модуль (профиль Химия)» часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока1 «Дисциплины(модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

## содержание

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....                                                           | 4  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....                                    | 4  |
| 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                                              | 5  |
| 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ<br>ОБУЧАЮЩИХСЯ .....                     | 8  |
| 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ<br>АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ..... | 9  |
| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                    | 22 |
| 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                               | 23 |
| 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО<br>ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....     | 23 |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....                                             | 24 |

## **1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

### **1.1. Цель и задачи дисциплины**

#### **Цель освоения дисциплины**

формирование систематизированных знаний в области физико-химической биологии на основе рассмотрения основных физических и физико-химических закономерностей, лежащих в основе функционирования живых объектов, механизмов, характеристик биохимических параметров, определяющих состояние организма и его адаптацию к меняющимся условиям внешней и внутренней среды.

#### **Задачи дисциплины:**

- прочное усвоение теоретических знаний в области основных разделов физико-химической биологии;
- овладение современными методами исследований биологических объектов, физических и химических процессов, лежащих в основе функционирования биологических систем, механизмов их нормального функционирования и регулирования деятельности;
- обеспечение условий для активизации познавательной деятельности студентов;
- формирование практических навыков лабораторной работы с растительными и животными объектами, необходимых будущему учителю биологии;
- формирование умений и навыков оформления результатов исследований;
- воспитание у обучающихся трудолюбия, трудовой культуры, бережливости;
- стимулирование самостоятельной работы по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых компетенций, а также приобретение обучающимися умений самостоятельного поиска информации в области физико-химической биологии, ее анализа и использование в процессе научно-практической и профессионально-педагогической деятельности.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения данной дисциплины должна быть сформированы следующие компетенции:

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач

—

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в «Предметно-методический модуль (профиль Химия)» часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для успешного освоения дисциплины студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин "Физика", «Основы математической обработки данных», "Неорганическая химия", "Органическая химия», «Цитология», «Ботаника», «Зоология», «Гистология».

Освоение курса «Физико-химическая биология» является необходимой основой для изучения дисциплин базовой части предметно-методического модуля: «Химия окружающей среды»; «Экологическая химия», «Биохимические методы мониторинга окружающей среды», «Органический синтез», написания исследовательских работ и успешной последующей деятельности в качестве дипломированного специалиста. Знание основ физико-химической биологии расширяет возможности для разработки и проведения

интегрированных занятий по биологии в ходе профессионально-педагогической деятельности в школе.

### 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины                 | Форма обучения |
|----------------------------------------------|----------------|
|                                              | Очная          |
| Объем дисциплины в зачетных единицах         | 2              |
| Объем дисциплины в часах                     | 72             |
| Контактная работа:                           | 36,2           |
| Лекции                                       | 12             |
| Лабораторные занятия                         | 24             |
| из них, в форме практической подготовки      | 24             |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,2            |
| Самостоятельная работа                       | 28             |
| Контроль                                     | 7,8            |

Форма промежуточной аттестации - зачет в 5-ом семестре.

#### 3.2.Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Количество часов |                      |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | лекции           | Лабораторные занятия |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  | Общее количество     | Из них, в форме практической подготовки |
| Тема 1.Введение.Предмет, задачи и методы курса «Физико-химическая биология».Предмет дисциплины - физика и биохимия живых систем на различных уровнях организации: молекулярном, клеточном, организменном и популяционном. Методы исследования органических и биологически активных веществ: оптические, электрохимические. Значение биофизики и биохимии для понимания сущности биологических процессов. | 1                | 8                    | 8                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |           |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Тема 2. Строение и свойства биологически значимых веществ: аминокислот, белков, нуклеиновых кислот.<br>Металлоферментные комплексы: карбоангидраза, ферритин, ферридоксин, миоглобин, гемоглобин.                                                                                                                                                                                                                                                      | 1         | 2         | 2         |
| Тема 3. Химический состав клеточной мембраны. Современная жидко-мозаичная модель строения клеточной мембраны.<br>Физические свойства мембраны: толщина, плотность, показатель преломления, электрическое сопротивление, электроемкость, вязкость. Пассивный перенос через мембрану: диффузия, осмос. Активный транспорт на примере натрий-калиевого насоса. Биоэлектрические потенциалы мембраны покоя и действия.<br><br>Межклеточные взаимодействия. | 2         | 4         | 4         |
| Тема 4. Механические свойства биологических тканей: кожной, костной и мышечной. Строение миофибрилл. Механика мышечных сокращений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1         | 2         | 2         |
| Тема 5. Физические основы гемодинамики<br>Вязкость, поверхностное натяжение, смачивание и несмачивание, закономерности течения жидкости.<br>Капиллярные явления и их роль в биологических процессах                                                                                                                                                                                                                                                    | 2         | 2         | 2         |
| Тема 6. Физические основы электрических и магнитных свойств биологических тканей. Понятие о биомагнетизме<br>Проводимость электролитов живых организмов.<br>Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов.                                                                                                                                                                                                                                  | 1         | 4         | 2         |
| Тема 7. Кинетика химических реакций в биологических тканях<br>Ферментативный катализ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2         | 4         | 4         |
| Тема 8. Физические основы слухового ощущения и зрительного анализатора.<br>Характеристики звука: скорость, интенсивность, звуковое давление, волновое сопротивление. Характеристики слухового ощущения: высота, тембр, громкость. Звукопроводящая и звуковоспринимающая части слухового аппарата.<br>Геометрическая оптика. Линзы. Лупа и микроскоп. Оптическая система глаза. Биофизика зрительного анализатора.                                      | 2         | -         | -         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>12</b> | <b>24</b> | <b>24</b> |

### ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

| Тема                                              | Задание на практическую подготовку                                                | Количество часов |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Тема 1.</b> Методы исследования органических и | 1. Лабораторная работа "Определение показателя преломления жидкостей и растворов" | 8                |

|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| биологически активных веществ                                                                                                                                                                    | 2. Лабораторная работа "Определение концентрации оптически активных веществ с помощью поляриметрии"<br>3. Лабораторная работа "Разделение пигментов зеленого листа методом тонкослойной хроматографии"<br>4. Лабораторная работа "Регистрация и анализ спектров поглощения веществ" |           |
| . Тема 2. Строение и свойства биологически значимых веществ: аминокислот, белков, нуклеиновых кислот. Металлоферментные комплексы: карбоангидраза, ферритин, ферридоксин, миоглобин, гемоглобин. | 3. Лабораторная работа "Химические свойства аминокислот и белков".                                                                                                                                                                                                                  | 2         |
| Тема 3. Строение, свойства, перенос вещества через мембрану                                                                                                                                      | Лабораторная работа "Строение, физические свойства клеточных мембран"<br>Лабораторная работа "Виды межклеточных взаимодействий : контакты простого, сцепляющего, запирающего и коммуникационного типа.                                                                              | 4         |
| Тема 4. Механические свойства биологических тканей: кожной, костной и мышечной                                                                                                                   | Лабораторная работа "Определение модуля упругости кости"                                                                                                                                                                                                                            | 2         |
| Тема 5. Физические основы гемодинамики                                                                                                                                                           | Лабораторная работа " Вязкость растворов. Зависимость коэффициента вязкости от концентрации раствора"                                                                                                                                                                               | 2         |
| Физико-химические основы биоэлектrogenеза                                                                                                                                                        | Лабораторная работа Измерение концентрационной разности потенциалов                                                                                                                                                                                                                 | 2         |
| Тема 6. Кинетика биологических процессов. Ферментативный катализ                                                                                                                                 | .Лабораторная работа " Изучение кинетики гидролиза сахарозы поляриметрическим методом".<br>Лабораторная работа " Сравнение каталитической активности ферментов и неорганических катализаторов реакции разложения пероксида водорода".                                               | 4         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>24</b> |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Темы для самостоятельного изучения | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                           | Количество часов | Формы самостоятельной работы                             | Методическое обеспечение                         | Формы отчетности |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| Тема 2.                            | Состав и функции металлоферментов на основе цинка и железа.                                                                                                                                 | 4                | Работа с литературой и интернет ресурсами                | Основная и дополнительная литература и интернет- | доклад           |
| Тема 3.                            | Состав и строение, клеточных мембран. физические свойства мембран: прочность, деформируемость, вязкость, электроемкость. Межклеточные взаимодействия.                                       | 4                | Работа с литературой и интернет ресурсами                | Основная и дополнительная литература и интернет- | доклад           |
| Тема 4..                           | Механика мышечных сокращений. Свободные колебания: гармонические и затухающие колебания. Резонанс. Вибрация. Колебательные движения тела при ходьбе. Механические свойства сосудистой ткани | 2                | Работа с литературой и интернет ресурсами                | Основная и дополнительная литература и интернет- | доклад           |
| Тема 5                             | Проводимость электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность электролитов. Собственные электрические поля органов и тканей                                                        | 6                | Работа с литературой и интернет ресурсами. Решение задач | Основная и дополнительная литература и интернет- | тест             |

|              |                                                                                                                             |           |                                                             |                                                  |        |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|
| Тема 6       | Кинетика химических реакций в биологических тканях<br>Ферментативный катализ                                                | 6         | Работа с литературой и интернет ресурсам<br>Решение задач и | Основная и дополнительная литература и интернет- | тест   |
| Тема 8.      | Звукопроводящая и звуковоспринимающая части слухового аппарата.<br>Оптическая система глаза.<br>Действие света на человека. | 6         | Работа с литературой и интернет ресурсами                   | Основная и дополнительная литература и интернет- | доклад |
| <b>Итого</b> |                                                                                                                             | <b>28</b> |                                                             |                                                  |        |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции                                                                                                                      | Этапы формирования                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                          | Описание показателей                                                                                                               | Критерии оценивания                                                                        | Шкала оценивания                                                           |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ПК - 1                  | Пороговый                | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>термины и определения, используемые в физико-химической биологии;<br>физические принципы строения и биофизические | Опрос, тестирование, доклад, презентация, выполнение лабораторных работ в форме практическ | Шкала оценивания опроса<br><br>Шкала оценивания тестирования,<br><br>Шкала |

|  |             |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |                                                                                                                                                      |
|--|-------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |             |                                                          | <p>основы функционирования клеточных структур, клеток, органов и систем организма;</p> <p>основные физические и физико-химические законы, лежащие в основе функционирования биологических систем на клеточном, тканевом и организменном уровнях;</p> <p>основные проблемы, современное состояние и перспективы развития физико-химической биологии.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>проводить лабораторные опыты, соблюдая правила техники безопасности;</p> <p>применять научные знания в области физики биологических систем при осуществлении педагогической деятельности.</p> | ой подготовки                                                                            | <p>оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания презентации</p> <p>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки</p> |
|  | Продвинутый | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | <p><i>Знать:</i></p> <p>термины и определения, используемые в физико-химической биологии;</p> <p>физические принципы строения и биофизические</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Опрос, тестирование, доклад, презентация, реферат, выполнение лабораторных работ в форме | <p>Шкала оценивания опроса</p> <p>Шкала оценивания тестирования,</p> <p>Шкала</p>                                                                    |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                                                                                                                                                                       |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>основы функционирования клеточных структур, клеток, органов и систем организма;</p> <p>основные физические и физико-химические законы, лежащие в основе функционирования биологических систем на клеточном, тканевом и организменном уровнях;</p> <p>основные проблемы, современное состояние и перспективы развития физико-химической биологии.</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>проводить лабораторные опыты, соблюдая правила техники безопасности;</p> <p>применять научные знания в области физики биологических систем при осуществлении педагогической деятельности;</p> <p>осуществлять поиск и анализ научной информации по актуальным вопросам современной физико-химической биологии.</p> <p><i>Владеть:</i></p> | <p>практической подготовки</p> | <p>оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания презентации</p> <p>Шкала оценивания реферата</p> <p>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки</p> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>навыками осмысленного применения физико-химических методов исследования;</p> <p>навыками усвоения научно-исследовательских методик и их адаптации под конкретные условия;</p> <p>навыками групповой и индивидуальной работы в ходе учебного, и педагогического процессов;</p> <p>навыками самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу, и навыками работы с электронными средствами информации, необходимыми для осуществления педагогической деятельности.</p> |  |  |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

#### Шкала оценивания опроса

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                    | Баллы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины                                                            | 2     |
| Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины | 1     |
| Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует                                                                                                                                                | 0     |

|                                                                                                              |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Максимальное количество баллов – 4 (по 2 балла за каждый опрос).

### **Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки**

| <b>Критерии оценивания</b>                                                           | <b>Баллы</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы;                     | 2            |
| Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка | 1            |
| Работа не выполнена                                                                  | 0            |

Максимальное количество баллов – 48 (по 2 балла за работу).

### **Шкала оценивания доклада**

| <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                 | <b>Баллы</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.                  | 3            |
| Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.                | 2            |
| Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада. | 1            |

### **Шкала оценивания презентации**

| <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>Баллы</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .                                                   | 3            |
| Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (не более двух). | 2            |
| Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы лишь частично.       | 1            |

### **Шкала оценивания реферата**

| <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Баллы</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Содержание соответствуют поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.                                                                                                                                                                     | 4            |
| Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения. | 3            |
| Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы, - содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы                           | 1-2          |
| Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.                                                                                                                                                                             | 0            |

Максимальное количество баллов -4

### **Шкала оценивания тестовой работы**

| <b>Критерии оценивания</b>                                      | <b>Баллы</b> |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| 0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» | 2 балла      |
| 30-50% - правильных ответов оценивается как «удовлетворительно» | 3-5 баллов   |
| 60-80% - правильных ответов оценивается как «хорошо»            | 6-8 баллов   |
| 80-100% – правильных ответов оценивается как «отлично»          | 10 баллов    |

Максимальное количество баллов - 10 баллов

### **5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Примерная тематика лабораторных работ в форме практической подготовки**

1. Определение показателя преломления жидкостей и растворов"
2. "Определение концентрации оптически активных веществ с помощью поляриметрии"
3. " Разделение пигментов зеленого листа методом тонкослойной хроматографии"
4. "Регистрация и анализ спектров поглощения витаминов группы В"
5. "Химические свойства аминокислот и белков".
6. " Строение, физические свойства клеточных мембран"
7. "Изучение различных видов межклеточных взаимодействий.
8. "Определение модуля упругости кости"

9. " Вязкость растворов. Зависимость коэффициента вязкости от концентрации раствора"
10. Измерение концентрационной разности потенциалов
11. Изучение кинетики гидролиза сахарозы поляриметрическим методом".
12. " Сравнение каталитической активности ферментов и неорганических катализаторов реакции разложения пероксида водорода".

### **Примерные вопросы для текущего контроля**

1. Физические основы спектрофотометрии. Закон Бугера-Ламберта - Бера.
2. Физический смысл показателя преломления вещества и раствора. Применение рефрактометрии для анализа веществ.
3. Физические основы поляриметрии.
4. Спектры поглощения веществ, их анализ.
5. Химический состав и современная жидко-мозаичная модель клеточной мембраны.
6. Физические процессы, лежащие в основе пассивного транспорта веществ через мембрану.
7. Активный транспорт веществ на примере натрий-калиевого насоса.
8. Запишите стехиометрические и кинетические уравнения следующих реакций , протекающих между:
  - а) азотом и кислородом
  - б) оксидом азота (II) и кислородом
  - в) кристаллической серой и водородом
  - г) углекислым газом и водородом
  - д) оксидом железа (II) и оксидом углерода (II).
9. Что такое энергия активации реакции?
10. Перечислите механизмы реакций, наиболее часто встречающиеся в биологических системах. Каковы кинетические особенности этих реакций?
11. Каковы особенности действия ферментов в биологических системах?
12. В чем суть индукции и репрессии синтеза ферментов в клетке? Каково биологическое значение этих процессов?
13. В собирающей линзе изображение предмета, расположенного на расстоянии больше 2 фокусных:
  - а) обратное и равное; б) прямое и уменьшенное; в) обратное и уменьшенное г) прямое и увеличенное.
14. Преломляющими средами глаза позвоночных являются все перечисленные в ряду структуры
  - а) склера, роговица, хрусталик, сетчатка;
  - б) радужка, роговица, стекловидное тело, передняя камера;
  - в) стекловидное тело, передняя камера, хрусталик, зрачок;
  - г) передняя камера, роговица, хрусталик, стекловидное тело.
15. На сетчатке формируется изображение предмета
  - а) действительное, уменьшенное и перевернутое;
  - б) действительное, равное и прямое;
  - в) мнимое, уменьшенное и обратное;
  - г) мнимое, увеличенное и прямое.
16. Подобно рассеивающей линзе в глазу человека действует
  - а) хрусталик
  - б) стекловидное тело
  - в) роговица
  - г) передняя камера
17. Фоторецепторы - колбочки
  - а) расположены на всей поверхности сетчатки
  - б) воспринимают освещенность не менее  $10^{-2}$  люкс,

- в) отвечают за цветное зрение;
  - г) отвечают за черно-белое зрение
  - д) функционируют при освещенности не менее  $10^{-6}$  люкс
18. В основе фоторецепции лежит процесс преобразования
- а) электрической энергии в световую
  - б) световой энергии в тепловую
  - в) солнечной энергии во внутреннюю
  - г) световой энергии в электрическую.
19. Удельная электрическая емкость мембраны аксона, измеренная внутриклеточным микроэлектродом, оказалась равной  $0,5$  микрофарад/см<sup>2</sup>. По формуле плоского конденсатора оцените толщину гидрофобного слоя мембраны с диэлектрической проницаемостью 2.
20. Каковы причины возникновения биопотенциалов?
21. В чем состоят отличия электромеханического сопряжения в кардиомиците и скелетной мышце?
22. Опишите механизм возникновения рецепторного потенциала при фоторецепции.
23. За счет чего происходят световая и темновая адаптация глаза?
24. В чем суть процесса аккомодации глаза из-за чего она достигается?
25. Перечислите звукопроводящие и звуковоспринимающие компоненты слухового анализатора
26. Каково назначение наружного уха?
27. Каковы физические основы усиления звукового сигнала средним ухом?
28. Каков механизм передачи сигнала из среднего во внутренне ухо? 18. Опишите механизм преобразования механических колебаний в электрический сигнал в Кортиевом органе.
29. Радиус сосуда уменьшился вдвое. Во сколько раз изменится объемная скорость кровотока при неизменном перепаде давления?
30. Рассчитайте  $\Delta H^0_{обр}(\text{CaC}_2)$ , исходя из  $\Delta H^0_{обр}(\text{CaO}) = -635$  кДж/моль,  $\Delta H^0_{обр}(\text{CO}) = -110,5$  кДж/моль и теплового эффекта реакции  $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$   $\Delta H = 460$  кДж/моль
31. Возможен ли процесс на мембране возбудимой клетки, при котором одновременно навстречу текут потоки потоки различных ионов, имеющих одинаковый заряд. ответ обоснуйте.
32. Опишите механизмы возникновения потенциала покоя и потенциала действия на мембране.
33. Вычислите давление крови на расстоянии 5 см от начала сосуда, если в начале сосуда давление составляет  $10^4$  Па, его радиус 1 мм, вязкость крови  $0,005$  Па·с, линейная скорость движения крови 20 см/с.
34. Почему при различных начальных длинах мышцы изометрическое сокращение имеет различную форму зависимости  $F(t)$ ?

### Примеры тестовых заданий

1. Возраст геологических пород или органических останков можно определить с помощью метода
  - а) потенциометрии
  - б) спектрофотометрии
  - в) меченых атомов
  - г) поляриметрии.
2. Неверным в характеристике метода потенциометрии является

- а) измеряется разность потенциалов между рабочим и вспомогательным электродами
- б) для измерений возможно использовать один ионселективный электрод
- в) метод включает прямую потенциометрию и потенциометрическое титрование.

**3. Белый свет является**

- а) плоскополяризованным
- б) частично поляризованным
- в) неполяризованным.

**4. Угол вращения плоскости поляризации света не зависит от**

- а) природы вещества и его концентрации в растворе
- б) от длины волны и толщины слоя раствора
- в) устройства поляризатора и анализатора
- г) толщины кюветы и длин

**5. В основе спектрофотометрии лежит закон**

а)  $I = I_0 \cdot \cos^2 \varphi$

б)  $E = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[C]_0}{[C]_i}$

$$I = I_0 e^{-\varepsilon Cl}$$

в)

г)  $Q = U + p\Delta V$

**6. Световая стадия фотохимической реакции представляет собой**

- а) химическую реакцию
- б) физико-химический процесс
- в) физический процесс поглощения кванта света
- г) процесс люминесценции.

**7. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения вещества при длине волны 400 нм, если при прохождении света через его раствор с концентрацией 0,5 моль/л при толщине кюветы 1 см интенсивность света уменьшилась в 5 раз?**

**8. К фотобиологическим процессам, не связанным с увеличением энергии системы относится**

- а) фототропизм растений
- б) фотосинтез растений
- в) синтез хлорофилла
- г) ожог листьев растений .

**9. Какова концентрация глюкозы в растворе, если измеренный угол вращения плоскости поляризации составляет  $5,8^\circ$ , длина поляризационной трубки -20 см, угол удельного вращения глюкозы равен  $+52,5^\circ$ .**

**5. Коэффициент проницаемости мембраны рассчитывается по формуле**

а)  $k = \frac{C_{m0}}{C_0}$

б)  $J = -D \frac{dC}{dx}$

в)  $P = \frac{Dk}{L}$

г)  $F = \eta \frac{dV}{dx} S$

**10.** В состав клеточной мембраны животных организмов не входят

- а) белки,
- б) липиды
- в) фосфолипиды
- г) углеводы

**11.** Потенциал покоя нерва конечности краба составляет -89 мВ. Чему равна концентрация ионов калия внутри нерва, если снаружи она составляет 12 ммоль/л? (температура 20°C).

**12.** Если градиент концентрации будет больше градиента потенциала диффузия вещества через мембрану

- а) не происходит
- б) направлена в сторону меньшей концентрации вещества
- в) направлена в сторону большего потенциала
- г) в обоих направлениях идет с одинаковой скоростью.

**13.** Если рассматривать белки как дисперсную систему, включающую в себя мицеллы, нулевой потенциал имеет

- а) ядро белковой дисперсной частицы
- б) мицелла
- в) коллоидная частица.

**14.** Проникновение ионов через кожу при проведении медицинского ионофореза обусловлено

- а) электроосмосом растворителя
- б) электрофорезом частиц электролита
- в) обоими процессами.

**15.** Неверным утверждением является

- а) все протоплазматические мембраны живых объектов имеют отрицательный дзета-потенциал
- б) наличие дзета-потенциала препятствует слипанию коллоидных частиц
- в) дзета-потенциал эритроцитов у людей разных рас сильно отличается.

**16..** При ионофорезе

- а) используется переменный ток
- б) происходит электроосмос среды и электрофорез частиц дисперсной системы.
- в) при наложении внешнего электрического поля происходит электроосмотическое движение жидкости

**17.** Величина дзета-потенциала коллоидных частиц

- а) снижается при увеличении концентрации ионов в ДС
- б) не влияет на устойчивость коллоидных систем
- в) составляет более 60 мВ.

**18.** Для регулирования скорости реакций в живых организмах не имеет значения

- а) проницаемость клеточной мембраны
- б) концентрация веществ
- в) концентрация фермента.

**19.** Катализаторы химической реакции

- а) вызывают неосуществимые ранее реакции
- б) снижают энергию активации реакции
- в) образуют новые продукты реакции

**20.** Косточки среднего уха (молоточек, наковальня и стремечко) выполняют функции

- а) локализация звука в пространстве и механическая защита барабанной перепонки
- б) обеспечение микроклимата барабанной перепонки и костная проводимость звука
- в) костная проводимость звука и механическая передача звуковых колебаний овальному окну.

**21.** Преобразование энергии звуковых колебаний в процесс нервного импульса - это функция

- а) барабанной перепонки
- б) Кортиева органа
- в) слуховой трубы

**22.** Изгиб стереоцилий волосковой клетки внутреннего уха приводит к

- а) выделению медиатора
- б) передаче звуковых колебаний
- в) изменению проницаемости мембраны клетки и возникновению рецепторного потенциала.

**23.** После прохождения пучка света через выпуклую линзу получается изображение

- а) действительное перевернутое
- б) действительное прямое
- в) мнимое прямое.

**24.** В глазу человека имеются преломляющие среды

- а) роговица и передняя камера
- б) хрусталик и стекловидное тело
- в) все названные элементы.

**25.** В дисковой мембране палочки под действием света происходит

- а) уменьшение проницаемости для ионов натрия
- б) пассивная диффузия ионов натрия в цитоплазму
- в) уменьшение проницаемости для ионов калия.

**26.** В ходе зрительной рецепции ранний рецепторный потенциал возникает благодаря

- а) изменения проницаемости дисковой мембраны для натрия
- б) конформационным перестройкам молекулы родопсина
- в) разрыва связи ретиналя с опсином

**27.** Неверным является суждение, что процесс восстановления родопсина осуществляется

- а) только на свету
- б) на свету и в темноте
- в) под действием фермента ретиналь-изомеразы.

**28.** К восприятию кислого вкуса наиболее чувствительны

- А) грибовидные сосочки кончика языка
- Б) желобоватые сосочки корня языка
- В) листовидные сосочки боковых поверхностей языка

**29.** Стадии механизма вкусового ощущения верно указаны в ряду:

- А) адсорбция на мембране микроворсинки растворенного вещества, изменение проницаемости мембраны для катионов натрия, деполяризация мембраны,

распространение потенциала к основанию рецепторной клетки, выработка медиатора, распространение потенциала действия по нервному волокну.

Б) адсорбция на мембране микроворсинки растворенного вещества, выработка медиатора, изменение проницаемости мембраны для катионов натрия, распространение потенциала к основанию рецепторной клетки, выработка медиатора, распространение потенциала действия по нервному волокну.

**30.** По Дж. Эймуру существует

А) 4 основных вкуса

Б) 4 основных и 2 дополнительных вкуса

В) 7 основных составляющих, сочетанием которых создается весь букет запахов

### **Примерные вопросы к зачету**

1. Предмет и объекты физико-химической биологии.
2. Общая характеристика методов исследования органических и биологически активных веществ: рефрактометрия, спектрофотометрия, поляриметрия.
3. Физические процессы в мембранах. Функции мембран. Структура и модели мембраны.
4. Физические свойства мембран: прочность, деформируемость, вязкость, емкость.
5. Виды транспорта через мембраны: пассивный и активный.
6. Механические свойства костной ткани и кожи.
7. механические свойства мышечной и сосудистой тканей.
8. Реологические свойства крови как вязкой жидкости. Линейная и объемная скорость крови. Режимы течения крови.
9. Глаз человека как оптическая система. Преломляющие среды глаза. Дефекты зрения: миопия, гипермиопия, астигматизм.
10. Строение сетчатки. Фоторецепторные клетки: палочки и колбочки.
11. Механизм фоторецепции, преобразование световой энергии в нервный импульс.
12. Адаптация и аккомодация глаза человека.
13. Механизм цветного зрения. Типы колбочек в сетчатке глаза.
14. Строение и функции отделов слухового анализатора (наружного, среднего и внутреннего уха).
15. Строение Кортиевого органа. Механизм фонорецепции.
16. Строение вкусового анализатора. Виды вкусовых сосочков.
17. Механизм вкусового восприятия. Чувствительность рецепторов к разным видам вкусовых раздражений.
18. Электропроводность биологических тканей. использование постоянного и переменного тока в медицине.
19. Низкочастотные электрические поля организма человека. Физические основы электрокардиографии.
20. Электрические ритмы головного мозга. Основы электроэнцефалографии и ее использование в медицине.
21. Оптическое и магнитное поля организма человека. Основы их фиксации и использование в медицине.
22. Излучение сверхвысоких частот, его фиксация и использование в медицине. Инфракрасное излучение тела человека.

### **Примерные темы рефератов**

Физические свойства мембран: прочность, деформируемость, вязкость, емкость.

Виды транспорта через мембраны: пассивный и активный.

Механические свойства костной ткани и кожи.

механические свойства мышечной и сосудистой тканей.

Реологические свойства крови как вязкой жидкости. Линейная и объемная скорость крови. Режимы течения крови.

Глаз человека как оптическая система. Преломляющие среды глаза. Дефекты зрения: миопия, гипермиопия, астигматизм.

Строение сетчатки. Фоторецепторные клетки: палочки и колбочки.

Механизм фоторецепции, преобразование световой энергии в нервный импульс.

Адаптация и аккомодация глаза человека.

Механизм цветного зрения. Типы колбочек в сетчатке глаза.

Строение и функции отделов слухового анализатора наружного, среднего и внутреннего уха

### **Примерные темы докладов**

Физические основы слуха.

Работа и мощность сердца. Аппаратура искусственного кровообращения.

Электрический разряд в газах. Аэроионы и их лечебно-профилактическое действие.

Тепловое излучение тел. Основы термографии.

Фотобиологические процессы.

Постоянство внутренней среды и его регуляция.

Механизмы межклеточных взаимодействий.

Человек и физические поля окружающего мира.

Собственные физические поля человека.

Информация и принципы регулирования в биологических системах.

### **Примерные темы презентаций**

Биофизическое моделирование. Модель «хищник – жертва».

Аномальные свойства воды

Солнечное излучение и его воздействие на организмы.

Оптическая и электронная микроскопия.

Взаимодействие света с веществом. Биolumинесценция.

Воздействие ионизирующего излучения на человека.

Лазеры. Лазерное излучение и его применение.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) как метод биофизических исследований.

Биоэнергетика. Процессы в митохондриях клеток.

Вестибулярный аппарат человека как инерционная система. Особенности поведения человека при перегрузках и в невесомости.

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

Освоение дисциплины предусматривает опрос, доклад, презентацию, реферат, тестирование, выполнение лабораторных занятий и задания по практической подготовке.

Максимальное количество баллов по дисциплине - 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 80 баллов. Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на зачете – 20 баллов.

#### **Требования к зачету**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по вопросам. На зачете студенты должны давать развернутые ответы на вопросы, приводя достаточное количество примеров

### **Шкала оценивания зачета**

| Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Баллы |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.                                                  | 16-20 |
| Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.                                  | 11-15 |
| Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий. | 6-10  |
| Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.                                                                                                                                                                                               | 0-5   |

#### **Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине**

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа студента в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

| Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины | Оценка по дисциплине |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 81-100                                                      | зачтено              |
| 61-80                                                       | зачтено              |
| 41-60                                                       | зачтено              |
| 0-40                                                        | Не зачтено           |

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## 6.1. Основная литература

### 1. Варфоломеев С.Д. (Ред.). Физическая химия биопроцессов:

Химическая кинетика процессов. Структура и реакционная способность. Квантовая химия биомолекул. Физическая химия белков. Изд. стереотип. URSS. 2022. 800 с. ISBN 978-5-9710-9782-2.

### 2. Волькенштейн, М.В.

Биофизика [Текст] : учеб. пособие / М. В. Волькенштейн. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 608с. - 1811-48 (4).

### 3. Рубин, А.Б.

Биофизика [Текст] : учебник для вузов / А. Б. Рубин. - М. : Кнорус, 2019. - 190с. - 701-10 (4).

4. Свердлова Н.Д. Лабораторные работы по биофизике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.Д. Свердлова.- Электрон. текстовые данные (2,24 Мб).- М. : ИИУ МГОУ, 2019.

## 6.2. Дополнительная литература

1. Свердлова Н.Д. Основы физики биологических систем: учебное пособие-М.: ИИУ МГОУ, 2014. -72 с
2. Антонов В.Ф., Коржуев А.В. «Физика и биофизика». Курс лекций. Гэотар Медицина, 2004, 102 с. [www. Mirknig.com](http://www.Mirknig.com).
3. Антонов Н.Ф., Черныш А.М. и др. Биофизика. Под редакцией проф. Антонова Н.Ф.М.: ВЛАДОС, 2004 г., 288 с. [www. Studentam.net](http://www. Studentam.net).
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Практикум по биофизике: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС. 2001. 352 с.
5. Рубин А.Б. «Биофизика» т.т.1 и 2. 3 – е издание. – М.: Наука, изд. Московского университета, 2004 г.
6. Федорова В.Н., Степанова Л.А. «Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии». Лекции и семинары: учебное пособие - 2 –е изд., М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 624 с.

## 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [http://www/Cemport.ru](http://www.Cemport.ru)
2. <http://www.iprbookshop.ru/searchresults.html>
3. <http://www.rushim.ru>
4. <http://www. Alhimik.ru>
5. <http://www.for-stvdenst.ru/details/neorganicheskaya-hiiTiiya-v-3-h-tomah.html>  
<http://www.for-stydenst.ru/details/kurs-obschey-himii.html>  
<http://www.iprbookshop.ru/analiticheskaya-ximiya-i-fiziko-ximicheskie-metodyi-analiza.-uchebnoe-posobie.html>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows  
Microsoft Office  
Kaspersky Endpoint Security

**Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ  
Система «КонсультантПлюс»

**Профессиональные базы данных:**

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации

[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

**Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду ;
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.