

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сухинин Александр Александрович  
Должность: Проректор по учебно-воспитательной работе  
Дата подписания: 19.10.2023 12:36:36  
Уникальный программный ключ:  
e0eb125161f4cee9ef898b5de88f5c7dcefdc28a

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной  
медицины»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-

воспитательной работе и

молодежной политике

А.А.Сухинин

28.06. 2023 г.



**Кафедра неорганической химии и биофизики**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **БИОФИЗИКА**

квалификация

**БАКАЛАВР**

по направлению подготовки **06.03.01 Биология**

Очная форма обучения

Год начала подготовки -2023

Рассмотрена и принята

на заседании кафедры

26 июня 2023г.

Протокол № 13

Зав. кафедрой  
неорганической химии и биофизики,

доцент, к.х.н.

А.Н. Барышев

Санкт-Петербург  
2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная **цель** дисциплины - формирование у студентов представлений о важнейших физических процессах, протекающих в живых организмах, основных принципах и теоретических положениях биофизики, приобретение студентами навыков биофизического подхода к экспериментальному исследованию биологических явлений и закономерностей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- общеобразовательная задача заключается в изучение законов физики применительно к биологическим объектам;
- прикладная задача заключается в овладении методами лабораторных исследований;
- специальная задача состоит в выработке умений по применению законов физики к биологическим объектам.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся готовится к следующим видам деятельности, в соответствии с образовательным стандартом ФГОС ВО 06.03.01 «Биология»

### **Область профессиональной деятельности:**

Типы задач профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская
- научно-производственная и проектная
- организационно-управленческая
- педагогическая
- информационно-биологическая

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Изучение дисциплины должно сформировать следующие компетенции:

#### **а) общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2):
- ОПК-2.1. применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем
- ОПК-2.2. использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов
- способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6):
- ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии
- ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований
- ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.Б.14.04 «Биофизика» относится к модулю Б1.Б.14 «Биология клетки» базовой части учебного плана федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 06.03.01 «Биология» (уровень высшего образования бакалавриат).

Дисциплина осваивается в 3 семестре 2 курса на очном обучении.

Для изучения курса «Биофизики» в вузе студент должен знать основы алгебры, геометрии и тригонометрии, биологии, знать формулировки основных физических законов. Уметь производить математические выкладки при решении физических задач и быть компетентным в области чтения и построения графиков физических процессов. Предшествующими дисциплинами, на которых базируется «Биофизика», являются: школьный курс физики, математики и биологии, высшая математика, векторная алгебра.

«Биофизика» является базовым курсом и позволяет студентам получить углубленные знания основных физических явлений, фундаментальных законов классической и современной физики и биофизики, навыки для успешной профессиональной деятельности и продолжения профессионального образования в магистратуре.

Дисциплина имеет точки пересечения с такими дисциплинами как:

1. Физиология и этология животных;
2. Анатомия животных;
3. Патологическая физиология;
4. Гигиена животных;

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОФИЗИКА»

#### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОФИЗИКА» ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
В том числе:		
Лекции, в том числе интерактивные формы	16	16
Практические занятия (ПЗ), в том числе практическая подготовка	16	16
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Вид промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость</b> часы / зачетные единицы	<b>72/2</b>	<b>72/2</b>

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ “БИОФИЗИКА”**  
**5.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ “БИОФИЗИКА” ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

№	Наименование	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Л	ПЗ	ПП	СР
1.	<p>История становления и развития «Биологической физики» как науки.</p> <p><b>Биомеханика</b> Введение в биомеханику. Механические свойства твердых тел и биологических тканей. Введение в биоакустику. Биоакустика: трансдукция слуха. Инфразвук.</p>	<p><b>ОПК-2.</b> Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания:</p> <p><b>ОПК-2.1.</b> применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов</p>	3	4	4	-	8

2.	<p><b>Гидродинамика и гемодинамика.</b> Энергетика кровообращения. Методы измерения коэффициента вязкости). Гемодинамика. Термодинамика биологических процессов. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние биологических систем. Уравнение Пригожина для открытой системы.</p>	<p><b>ОПК-2.</b> Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания:</p> <p><b>ОПК-2.1.</b> применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов</p>	3	4	2	2	8
3.	<p><b>Влияние электромагнитного поля на живой организм.</b> Постоянный ток в биологических объектах, физиологическое действие постоянного тока. Биоэлектрические потенциалы.</p> <p><b>Живой организм в электрическом и магнитном поле.</b> Действие постоянного и переменного электрического тока на живой организм, действие постоянного магнитного поля на организм млекопитающих, методы электрографии.</p>	<p><b>ОПК-2.</b> Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания:</p> <p><b>ОПК-2.1.</b> применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов</p>	3	4	4	-	8

4.	<p><b>Оптика.</b> Ход лучей света в микроскопе. Увеличение и разрешающая способность микроскопа.  Устройство глаза, особенности зрения.  Фотометрия. Основные определения и законы фотометрии.  Фотометрические величины и единицы их измерения.  Влияние теплового излучения на живой организм.  Рентгеновские спектры. Применение рентгеновского излучения для исследования биологических объектов.</p>	<p>ОПК-6-способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой:  ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии  ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований  ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	3	2	2	2	8
5.	<p><b>Ионизирующее излучение.</b> Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрия. Применение изотопного анализа.</p>	<p>ОПК-6-способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой:  ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии  ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований  ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	3	2	2	-	8
<b>ИТОГО ПО 3 СЕМЕСТРУ</b>				<b>16</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>40</b>

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Методические указания для самостоятельной работы**

1. Лещенко, В.Г. Медицинская и биологическая физика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич, Н.И. Инсарова [и др.]. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 334 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64898](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64898) (дата обращения 26.06.23)
2. Плутахин Г. А. Биофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Плутахин Г. А., Кощаев А. Г. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 240 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4048](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4048) (дата обращения 26.06.2023)

### **6.2. Литература для самостоятельной работы**

1. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 596 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3898](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898) (дата обращения 26.06.23)
2. Лещенко, В.Г. Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс]: / Лещенко В.Г., Ильич Г.К. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2014. — 527 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69096](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69096) (дата обращения 26.06.23)
3. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст]: учебник / Ремизов А.Н. — 4-е изд., испр. и перераб. — ГЭОТАР-Медиа — 2012. — 648 с.: ил.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература:**

1. 1. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст]: учебник / Ремизов А.Н. — 4-е изд., испр. и перераб. — ГЭОТАР-Медиа — 2012. — 648 с.: ил. (Дата обращения 26.06.23 г.)
2. 2. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 596 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3898](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898)(Дата обращения 26.06.23 г.)
3. 3. Шахно, Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — Спб.: НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2012. — 129 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=43814](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=43814) (Дата обращения 26.06.23 г.)
4. 4. Свищев, Г. М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2011. — 118 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5292](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5292) (Дата обращения 26.06.23 г.)

### **б) дополнительная литература:**

1. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями. Учеб. пособие / Трофимова Т.И., Павлова З.Г. – М.: Высш. шк., 2008. – 591 с.

2. Грабовский Р.И. Курс физики: Учеб. пособие / Грабовский Р.И.. – СПб: ЛАНЬ, 2007. – 608 с.

5. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики / Волькенштейн В.С. - Изд. 9-ое. – М., 1976. – 46 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие Интернет-ресурсы:

1. <https://meduniver.com> – Медицинский информационный сайт.
2. Science - журнал издательства American Association for the Advancement of Science - <http://www.sciencemag.org/content/by/year>
3. Annual Reviews - ежегодные научные обзоры - <http://www.annualreviews.org/action/showJournals>
4. <http://www.nkj.ru/> - журнал «Наука и жизнь» (открытый доступ)
5. <http://www.inauka.ru/> - научно-популярная газета «Известия науки» (открытый доступ) <http://www.science.ru/> - сайт «Наука в России» (открытый доступ)

### **Электронно-библиотечные системы:**

1. [ЭБС «СПБГАВМ»](#)
2. [ЭБС «Издательство «Лань»](#)
3. [ЭБС «Консультант студента»](#)
4. [Университетская информационная система «РОССИЯ»](#)
5. [Полнотекстовая база данных POLPRED.COM](#)
6. [Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU](#)
7. [Российская научная Сеть](#)
8. [Электронно-библиотечная система IQlib](#)
9. [База данных международных индексов научного цитирования Web of Science](#)
10. Полнотекстовая междисциплинарная база данных по сельскохозяйственным и экологическим наукам [ProQuest AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCE DATABASE](#)
11. Электронные книги издательства «Проспект Науки» <http://prospektnauki.ru/ebooks/>
12. Коллекция «Сельское хозяйство. Ветеринария» издательства «Квадро» <http://www.iprbookshop.ru/586.html>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методические рекомендации для студентов – это комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины.

Содержание методических рекомендаций, как правило, может включать следующую информацию.

- Советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины. Описание последовательности действий студента, или «сценарий изучения дисциплины».

Утреннее время является самым плодотворным для учебной работы (с 8 до 14 часов), затем послеобеденное время (с 16 до 19 часов) и вечернее время (с 20 до 24 часов). Самый трудный материал рекомендуется к изучению в начале каждого временного интер-



вала после отдыха. Через 1.5 часа работы необходим перерыв (10-15 минут), через 4 часа работы перерыв должен составлять 1 час. Частью научной организации труда является овладение техникой умственного труда. В норме студент должен уделять учению около 10 часов в день (6 часов в вузе, 4 часа – дома).

- Рекомендации по работе над лекционным материалом

При подготовке к лекции студенту рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предшествующей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) полезно просмотреть и предстоящий материал будущей лекции;
- 3) если задана самостоятельная проработка отдельных фрагментов темы прошлой лекции, то ее надо выполнить не откладывая;
- 4) психологически настроиться на лекцию.

Эта работа включает два основных этапа: конспектирование лекций и последующую работу над лекционным материалом.

Под конспектированием подразумевают составление конспекта, т.е. краткого письменного изложения содержания чего-либо (устного выступления – речи, лекции, доклада и т.п. или письменного источника – документа, статьи, книги и т.п.).

Методика работы при конспектировании устных выступлений значительно отличается от методики работы при конспектировании письменных источников.

Конспектируя письменные источники, студент имеет возможность неоднократно прочитать нужный отрывок текста, поразмыслить над ним, выделить основные мысли автора, кратко сформулировать их, а затем записать. При необходимости он может отметить и свое отношение к этой точке зрения. Слушая же лекцию, студент большую часть комплекса указанных выше работ должен откладывать на другое время, стремясь использовать каждую минуту на запись лекции, а не на ее осмысление – для этого уже не остается времени. Поэтому при конспектировании лекции рекомендуется на каждой странице отделить поля для последующих записей в дополнение к конспекту.

Записав лекцию или составив ее конспект, не следует оставлять работу над лекционным материалом до начала подготовки к зачету. Нужно проделать как можно раньше ту работу, которая сопровождает конспектирование письменных источников и которую не удалось сделать во время записи лекции, - прочесть свои записи, расшифровав отдельные сокращения, проанализировать текст, установить логические связи между его элементами, в ряде случаев показать их графически, выделить главные мысли, отметить вопросы, требующие дополнительной обработки, в частности, консультации преподавателя.

При работе над текстом лекции студенту необходимо обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задания и рекомендации.

Для каждой лекции, практического занятия и лабораторной работы приводятся номер, тема, перечень рассматриваемых вопросов, объем в часах и ссылки на рекомендуемую литературу. Для занятий, проводимых в интерактивных формах, должна указываться их организационная форма: компьютерная симуляция, деловая или ролевая игра, разбор конкретной ситуации и т.д.

- Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков. Так же практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию для студентов необходимо изучить или повторить теоретический материал по заданной теме.

При подготовке к практическому занятию студенту рекомендуется придерживаться следующего алгоритма;

- 1) ознакомится с планом предстоящего занятия;
- 2) проработать литературные источники, которые были рекомендованы и ознакомиться с вводными замечаниями к соответствующим разделам.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в рабочих учебных программах дисциплин в разделах «Перечень тем практических (семинарских) занятий».

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются задания. Основа в задании - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, лабораторные работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

Методические указания к практическим (семинарским и лабораторным) занятиям по дисциплине должны быть ориентированы на современные условия хозяйствования, действующие нормативные документы, передовые технологии, на последние достижения науки, техники и практики, на современные представления о тех или иных явлениях, изучаемой действительности.

Практические (лабораторные работы) составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторно-практических работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению практических (лабораторных работ) разрабатываются на срок действия рабочей учебной программы и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы;
- задания;
- список литературы (по необходимости).

- Разъяснения по поводу работы с контрольно-тестовыми материалами по курсу, рекомендации по выполнению домашних заданий.

Тестирование - это проверка, которая позволяет, выполнив специально подобранный набор тестов, определить: соответствует ли реально полученный результат ожидаемому усвоению программы. Тест – это выполнение определенных условий и действий, необходимых для проверки работы тестируемой функции или её части. На каждый вопрос по дисциплине необходимо правильно ответить, выбрав один вариант.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В учебном процессе по дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- ✓ ведение практических занятий с использованием мультимедиа;
- ✓ интерактивные технологии (проведение диалогов, коллективное обсуждение различных подходов к решению той или иной учебно-профессиональной задачи);
- ✓ взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты;
- ✓ совместная работа в Электронной информационно-образовательной среде СПбГУВМ: <https://spbgavm.ru/academy/eios>

### 10.2. Программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Название рекомендуемых по разделам и темам программы технических и компьютерных средств обучения	Лицензия
1	MS PowerPoint	67580828
2	LibreOffice	свободное ПО
3	ОС Альт Образование 8	ААО.0022.00
4	АБИС "МАРК-SQL"	02102014155
5	MS Windows 10	67580828
6	Система КонсультантПлюс	503/КЛ
7	Android ОС	свободное ПО

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Б1.Б.14.04 Биофизика	103 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, учебная доска, мультимедийное оборудование. <i>Лабораторное оборудование и учебные материалы:</i> рефрактометры, Поляриметры, ла-

		зеры, калориметры, лабораторные столы и винтовые табуреты, цветные и нейтральные стекла-фильтры, штангенциркули, микрометры, плакаты по разделам анатомии.
104 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, учебная доска, мультимедийное оборудование. <i>Лабораторное оборудование и учебные материалы:</i> рефрактометры, Поляриметры, лазеры, калориметры, лабораторные столы и винтовые табуреты, цветные и нейтральные стекла-фильтры, штангенциркули, микрометры, плакаты по разделам анатомии.
105 (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		<i>Специализированная мебель:</i> парты, стулья, табуреты, учебная доска, мультимедийное оборудование. <i>Лабораторное оборудование и учебные материалы:</i> рефрактометры, Поляриметры, лазеры, калориметры, лабораторные столы и винтовые табуреты, цветные и нейтральные стекла-фильтры, штангенциркули, микрометры, плакаты по разделам анатомии.
206 Большой читальный зал (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для самостоятельной работы		<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья <i>Технические средства обучения:</i> компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду
214 Малый читальный зал (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для самостоятельной работы		<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья <i>Технические средства обучения:</i> компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду
324 Отдел информационных технологий (196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, дом 5) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования		<i>Специализированная мебель:</i> столы, стулья, специальный инвентарь, материалы и запасные части для профилактического обслуживания технических средств обучения

Приложение на 23 л.

Рабочую программу составил

к.х.н., доцент



А.Н. Барышев

**Рецензент:** доктор биологических наук,  
профессор, зав. кафедрой биохимии и  
физиологии

Л.Ю. Карпенко

Зав.кафедрой неорганической химии и биофизики  
к.х.н., доцент



А.Н. Барышев

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной  
медицины»

**Кафедра неорганической химии и биофизики**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**БИОФИЗИКА**

квалификация

**БАКАЛАВР**

**по направлению подготовки 06.03.01 Биология**

**Очная форма обучения**

**Год начала подготовки -2023**

Санкт-Петербург  
2023 г.

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 1

№	Формируемые компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство
1	<p>ОПК-2. Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания:</p> <p>ОПК-2.1. применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем</p> <p>ОПК-2.2. использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов</p>	Раздел 1. Биомеханика	коллоквиум
		Раздел 2. Гидродинамика и гемодинамика	коллоквиум
		Раздел 3. Термодинамика биологических систем	коллоквиум
2	<p>ОПК-6- способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с</p>	Раздел 4. Влияние электромагнитного поля на живой организм. Живой организм в электрическом и магнитном поле.	тесты
		Раздел 5. Ионизирующее излучение.	тесты

	<p>со-временной аппаратурой:</p> <p>ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии</p> <p>ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>		
--	--	--	--

### Примерный перечень оценочных средств

Таблица 2

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий



## 2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

**Таблица 3**

Планируемые результаты освоения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК -2 способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения:					
<b>ОПК-2.1.</b> применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	коллоквиум
<b>ОПК-2.2.</b> использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	коллоквиум
ОПК-6- способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.					
ОПК-6.1. Использует в профессио-	Уровень знаний	Минимально	Уровень знаний в	Уровень знаний в	

нальной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии	ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	тесты
ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	тесты
ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	тесты

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ И ИНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

#### **3.1. Типовые задания для текущего контроля успеваемости**

##### **3.1.1. Перечень вопросов к коллоквиуму**

**Формируемая компетенция:**

**ОПК-2 «Способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения»**

**ОПК-2.1. применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем**

1. Что изучает биофизика (определение, разделы).
2. Биомеханика (определение, история становления).
3. Рычаги в биомеханике (виды рычагов, уравнение момента, примеры рычагов в живых организмах).
4. Механические свойства биологических тканей (закон Гука, виды деформаций, упругие свойства различных типов тканей живых организмов).
5. Колебания в биофизике (колебания тела человека, центр массы, изменение центра массы при различных видах движения).
6. Биоакустика. Физические (объективные) характеристики звука.
7. Биоакустика. Физиологические (субъективные) характеристики звука.
8. Трансдукция звука у млекопитающих (на примере слухового аппарата человека).
9. Строение уха человека. Функции наружного, среднего и внутреннего уха.
10. Сущность бинаурального эффекта.
11. Теория кодирования звука.
12. Тимпанометрия.
13. Физические основы звуковых методов исследования в медицине.
14. Инфразвук (частотный диапазон, физические свойства). Источники инфразвука в природе.

**ОПК-2.2. использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов**

15. Инфразвук в природе. Применение инфразвука. Методы защиты от инфразвука..
16. Ультразвук и гиперзвук в природе.
17. Применение ультразвука в технике, науке.
19. Сердце как механическая система.
20. Что такое вязкость жидкости? Объясните возникновение сил вязкости с молекулярно-кинетической точки зрения.
21. Термодинамические параметры и процессы. Первый закон термодинамики.
22. Второй закон термодинамики, формулировка и запись.
23. Термодинамические особенности биологических систем.
24. Первое начало термодинамики в биологии. Закон Гесса.
25. Второе начало термодинамики в биологии, особенности термодинамики открытых систем.
26. Уравнение Пригожина. Приведенное количество теплоты. Энтропия. Неравенство Клаузиуса.
27. Почему именно термический эффект имеет существенное значение в характеристике повреждения биологических тканей, при действии излучения в красной и инфракрасной областях спектра?
28. Перечислите группы биологических эффектов, возникающих при воздействии лазерного излучения на организм человека.

### 3.1.2. Тесты

#### Формируемая компетенция:

#### **ОПК-6 «Способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой»**

ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии

#### З А Д А Н И Е № 1

Что называется оптическим путем?

- А. Произведение геометрического пути на показатель преломления среды.
- В. Разность между геометрическим путем и произведением его на показатель преломления.
- С. Расстояние, которое проходит луч в среде.
- Д. Отношение геометрического пути и показателя преломления среды.
- Е. Сумма геометрического пути и его произведения его на показатель преломления.

#### З А Д А Н И Е № 2

Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны 500 нм равен 48 градусов. Постоянная вращения кварца для этой длины волны 30 град./мм.

- А. 3.2 мм

- В. 1.6 мм
- С. 7.2 мм
- Д. 3.2 мм
- Е. 4.9 мм

З А Д А Н И Е № 3

Определите удельное вращение раствора сахара, концентрация которого  $C=0.33$  г/см<sup>3</sup>, если при прохождении монохроматического света через трубку с раствором угол поворота плоскости поляризации равен 22 градуса. Длина трубки 10 см.

- А. 6.67 град. · см<sup>2</sup>/г
- В. 667 град. · см<sup>2</sup>/кг
- С. 66.7 град. · м<sup>2</sup>/кг
- Д. 7 град. · м<sup>2</sup>/г
- Е. 89 град. · м<sup>2</sup>/г

З А Д А Н И Е № 4

В чем измеряется оптическая сила линзы?

- а). Диоптрии
- б). Ньютоны
- в). Джоули
- г). Канделы

З А Д А Н И Е № 19

С какой физической характеристикой связано различие в цвете?

- а) с длиной волны;
- б) с интенсивностью света;
- в) с показателем преломления среды;
- г) с частотой.+

З А Д А Н И Е № 5

От чего не зависит показатель преломления вещества?

- а) от свойства вещества;+
- б) от длины волны;
- в) от частоты;
- г) от угла преломления;
- д) от скорости света.

З А Д А Н И Е № 6

В каких единицах измеряется экспозиционная доза?

- А. Рад, К, Р.
- В. Зв, Бэр.
- С. Кл/кг, Р.
- Д. Рад, Бэр, Зв.
- Е. Рад, Дж/кг.

З А Д А Н И Е № 7

Выберите определение мощности поглощенной дозы.

- А. Отношение приращения эквивалентной дозы (dH) к интервалу времени (dt).
- В. Отношение приращения поглощенной дозы (dD) к интервалу времени (dt).
- С. Это произведение дозы (dD) на коэффициент качества (k).
- Д. Это произведение поглощенной дозы (dD) на единицу площади облучаемого вещества.
- Е. Отношение энергии (E) к массе облученного вещества.

З А Д А Н И Е № 8

В каких единицах измеряется мощность поглощенной дозы излучения?

- А. Кл/с, Гр.
- В. Дж/кг, Гр.
- С. Гр/с, Рад/с.

Д. Бер/с, Зв.

Е. Бер, Зв, Дж/кг.

З А Д А Н И Е № 9

Выберите определение поглощенной дозы ионизирующего излучения.

А. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу площади облучаемого вещества;

В. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу массы облучаемого вещества;

С. Поглощенная энергия ионизирующего излучения за единицу времени;

Д. Средняя энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу площади облучаемого вещества.

Е. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу массы облучаемого вещества в единицу времени.

З А Д А Н И Е № 10

Выберите основные принципы количественной радиобиологии.

А. Принцип усилителя, принцип попадания, принцип мишени.

В. Принцип усилителя, принцип попадания, принцип точности.

С. Принцип мишени, принцип достаточности.

Д. Принцип попадания, принцип достаточности, принцип точности.

Е. Принцип мишени, принцип точности.

З А Д А Н И Е № 11

Выберите формулировку правила Бергонье-Трибондо.

А. Радиочувствительность тканей организма обратно пропорциональна степени их пролиферативной активности.

В. Радиочувствительность клеток тканей организма пропорциональна степени их пролиферативной активности.

С. Радиочувствительность тканей организма тем выше, чем больше их пролиферативная активность и меньше степень дифференциации.

Д. Радиочувствительность тканей организма тем выше, чем больше активность радиоактивного препарата.

Е. Радиочувствительность клеток тканей организма зависит от типа излучения и времени воздействия.

ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

З А Д А Н И Е № 12

Какое излучение называют ионизирующим?

А. Электромагнитное излучение с длиной волны 80 нм, которое вызывает ионизацию атомов и молекул.

В. Потоки частиц и электромагнитных волн, взаимодействие которых со средой приводит к ионизации ее атомов и молекул.

С. Потоки частиц и ионов, взаимодействие которых со средой приводит к возбуждению ее атомов и молекул.

Д. Поток ионов, образовавшихся при радиоактивном распаде.

Е. Поток частиц, взаимодействие которых со средой приводит к ионизации этого потока частиц.

З А Д А Н И Е № 13

Какое излучение называют рентгеновским излучением?

А. Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  мкм.

В. Рентгеновским излучением называют поток электронов, обладающих большой энергией;

С. Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  нм.

D. Рентгеновским излучением называют волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  м.

E. Рентгеновским излучением называют поток электронов с энергией от 80 до  $10^{-5}$  МэВ.

З А Д А Н И Е № 14

Выберите главные первичные процессы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.

A. Когерентное рассеивание, некогерентное рассеивание, фотоэффект.

B. Когерентное рассеивание, фотоэффект, рентгенолюминесценция.

C. Фотоэффект, фотохимическая реакция, рентгенолюминесценция.

D. Фотоэффект, некогерентное рассеивание, разрыв химических связей.

E. Разрыв химических связей, фотохимическая реакция.

З А Д А Н И Е № 15

В каких единицах измеряется активность радиоактивного препарата?

A. Беккерель, кюри, резерфорд.

B. Зиверт, рентген, бэр.

C. Кюри, рентген, зиверт.

D. Резерфорд, бэр, грей.

E. Резерфорд, бэр, рентген.

З А Д А Н И Е № 16

В научной лаборатории при изучении действия рентгеновского излучения на биологические объекты возникла необходимость в получении жесткого рентгеновского излучения. Каким из предложенных методов вы воспользуетесь

A. Увеличение напряжения в рентгеновской трубке.

B. Увеличение силы тока.

C. Увеличение температуры накала катода.

D. Уменьшение напряжения в рентгеновской трубке.

E. Уменьшение температуры накала катода.

З А Д А Н И Е № 17

В научной лаборатории при изучении действия рентгеновского излучения на биологические объекты возникла необходимость в увеличении потока рентгеновского излучения. Какой из предложенных методов можно применить в этом случае?

A. 1. Увеличение напряжения, 2. увеличение силы тока 3. увеличение температуры накала катода в рентгеновской трубке.

B. 1. Уменьшение напряжения, 2. увеличение силы тока в рентгеновской трубке.

C. 1. Уменьшение напряжения, 2. уменьшение силы тока в рентгеновской трубке.

D. 1. Увеличение напряжения, 2. уменьшение температуры накала катода в рентгеновской трубке.

E. 1. Уменьшение силы тока 2. увеличение температуры накала катода в рентгеновской трубке.

З А Д А Н И Е № 18

Что называется тормозной способностью?

A. Линейной тормозной способностью называется отношение энергии dE, теряемой ионизирующей частицей при прохождении элементарного пути dl в веществе, к длине этого пути.

B. Линейной тормозной способностью называется произведение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl на величину пути.

C. Линейной тормозной способностью называется отношение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl, к этому пути.

Д. Линейной тормозной способностью называется отношение количества ионов обоих знаков, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути  $dl$ , к этому пути.

Е. Линейной тормозной способностью называется длина пути, на котором происходит полная потеря энергии излучения.

З А Д А Н И Е № 19

Что называется линейной плотностью ионизации?

А. Линейной плотностью ионизации называется отношение энергии, теряемой заряженной ионизирующей частицей при прохождении элементарного пути в веществе, к длине этого пути.

В. Линейной плотностью ионизации называется произведение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути на длину этого пути.

С. Линейной плотностью ионизации называется отношение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути к этому пути.

Д. Линейной плотностью ионизации называется отношение количества ионов обоих знаков, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути, к этому пути.

Е. Линейной плотностью ионизации называется длина пути, на котором происходит ионизация атомов и молекул.

З А Д А Н И Е № 20

Хроматография...

а) метод анализа веществ по показателю преломления;

б) метод разделения и анализа смесей веществ по их сорбционной способности;

в) метод анализа веществ по их способности отклонять поляризованный луч;

г) метод анализа, основанный на поглощении веществами электромагнитного излучения.

З А Д А Н И Е № 21

С помощью ионно-обменной хроматографии можно...

а) разделять неэлектролиты;

б) умягчать жёсткую воду;

в) определять концентрацию этилового спирта;

г) разделять электролиты.

З А Д А Н И Е № 22

Спектральные методы анализа...

а) основаны на измерении интенсивности электромагнитного излучения, которое поглощается или испускается анализируемым веществом;

б) основаны на измерении поглощения веществом электромагнитного излучения в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра;

в) основаны на исследовании спектров отражения веществ;

г) основаны на изучении взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.

З А Д А Н И Е № 23

Атомно-абсорбционный анализ...

а) основан на исследовании спектров поглощения;

б) основан на исследовании спектров испускания;

в) требует применения специальных ламп, катод которых сделан из металла, концентрацию которого определяют;

г) не требует перевода вещества в атомарное состояние с помощью пламени.

З А Д А Н И Е № 24

Атомно-абсорбционный анализ используют для анализа...

а) лёгких металлов;



- б) тяжёлых металлов;
- в) активных неметаллов;
- г) неактивных неметаллов.

ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

#### З А Д А Н И Е № 25

Атомно-эмиссионный анализ...

- а) основан на исследовании спектров поглощения;
- б) основан на исследовании спектров испускания;
- в) применяется для анализа органических веществ;
- г) применяется для разделения и анализа смесей веществ.

#### З А Д А Н И Е № 26

Фотометрия пламени...

- а) разновидность атомно-эмиссионного анализа;
- б) разновидность атомно-абсорбционного анализа;
- в) применяется для анализа активных металлов;
- г) применяется для анализа неметаллов.

#### З А Д А Н И Е № 27

Молекулярная спектроскопия основана...

- а) на получении и анализе спектров поглощения молекул;
- б) на получении и анализе спектров испускания молекул;
- в) на анализе спектров поглощения молекулами радио - и микроволнового излучения;
- г) на анализе спектров эмиссии молекул.

#### З А Д А Н И Е № 28

Фотометрический анализ основан...

- а) на анализе сорбционной способности различных веществ при прохождении через поглотитель;
- б) на измерении поглощения излучения оптического диапазона;
- в) на исследовании способности молекул деформироваться под действием ультрафиолетового излучения.

#### З А Д А Н И Е № 29

Фотоэлектроколориметрический анализ...

- а) требует применения монохроматического излучения;
- б) основан на способности веществ окисляться или восстанавливаться под воздействием видимого излучения;
- в) требует получения окрашенных форм анализируемых соединений;
- г) позволяет определять концентрации мутных и тёмноокрашенных растворов.

#### З А Д А Н И Е № 30

Спектрофотометрия...

- а) использует монохроматическое излучение;
- б) основана на исследовании поглощения анализируемым раствором излучения оптического диапазона;
- в) основана на измерении интенсивности рассеивания света анализируемым раствором;
- г) применяется для анализа прозрачных неокрашенных растворов.

#### З А Д А Н И Е № 31. Деформацией текучести называют способность ...

1. Изменение взаимного положения тел;
2. Изменение размеров и формы тел под действием внешних сил;
3. Деформацию, которая возрастает без увеличения напряжения;
4. Отношение абсолютной деформации к первоначальной длине;

5. Отдельных слоев биологических тканей смещаться с некоторой скоростью относительно других ее слоев.

3 А Д А Н И Е № 32. Физический смысл модуля упругости состоит в том, что модуль упругости численно равен ...

1. Напряжению, возникающему при изменении взаимного положения тел;
2. Напряжению, возникающему при увеличении длины образца в два раза;
3. Разности между конечным и начальным значением размером тел, на которые действуют внешние силы;
4. Отношению абсолютной деформации к первоначальной длине;
5. Углу, на который смещается одна часть тела относительно других его частей.

3 А Д А Н И Е № 33. Эластичностью называют способность биологических тканей

1. противодействовать внешним нагрузкам;
2. противодействовать разрушениям под действиям внешних сил;
3. изменять размеры под действием внешних сил;
4. сохранять (почти полностью или частично) изменение размеров после снятия внешних воздействий;
5. восстанавливать исходные размеры и форму после снятия внешних воздействий.

3 А Д А Н И Е № 34

Какие из перечисленных ниже параметров относятся к субъективным характеристикам звука?

- A. Тембр, громкость, реверберация.
- B. Частота, громкость, реверберация.
- C. Высота тона, громкость, тембр.
- D. Высота тона, громкость, реверберация, частота.
- E. Амплитуда, тембр, частота.

3 А Д А Н И Е № 35

Какие из перечисленных параметров влияют на громкость звука?

- A. Реверберация, высота тона.
- B. Частота, амплитуда.
- C. Высота тона, акустический спектр.
- D. Акустический спектр, амплитуда.
- E. Амплитуда, высота тона, акустический спектр.

3 А Д А Н И Е № 36

От каких физических параметров зависит порог слышимости?

- A. От частоты и интенсивности звуковых сигналов.
- B. Только от интенсивности звуковых сигналов.
- C. От амплитуды звуковых сигналов.
- D. От акустического спектра.
- E. Только от частоты звуковых сигналов.

## 3.2. Типовые задания для промежуточной аттестации

### 3.2.1. Вопросы к зачету

**Формируемая компетенция: ОПК-2** «Способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения»

**ОПК-2.1.** применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем

1. Основы биомеханики. Биомеханика движения.
2. Рычаги в биомеханике (виды рычагов, уравнение момента, примеры рычагов в живых организмах).
3. Механические свойства биологических тканей (закон Гука, виды деформаций, упругие свойства различных типов тканей живых организмов).
4. Колебания в биофизике (колебания тела человека, центр массы, изменение центра массы при различных видах движения).
5. Биоакустика. Физические (объективные) характеристики звука.
6. Биоакустика. Физиологические (субъективные) характеристики звука.
7. Трансдукция звука у млекопитающих (на примере слухового аппарата человека).
8. Строение уха человека. Функции наружного, среднего и внутреннего уха.
9. Сущность бинаурального эффекта.
10. Теория кодирования звука.
11. Тимпанометрия.
12. Физические основы звуковых методов исследования в медицине.
13. Инфразвук (частотный диапазон, физические свойства). Источники инфразвука в природе.
14. Инфразвук в природе. Применение инфразвука. Методы защиты от инфразвука..
15. Ультразвук и гиперзвук в природе.

*ОПК-2.2. использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов*

16. Применение ультразвука в технике, науке и медицине.
17. Физические и физиологические характеристики звука. Диаграмма слышимости. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, единицы их измерения. Закон Вебера-Фехнера.
18. Ультразвук. Методы получения ультразвука. Отражение и поглощение ульт-развуковых волн биотканями, акустический импеданс. Физические механизмы взаимодействия ультразвуковых волн с биологическими тканями.
19. Ультразвуковая диагностика. Принципы получения изображений органов с использованием ультразвука.
20. Эффект Доплера, его использование для измерения скорости кровотока.
21. Уравнение Бернулли, условие неразрывности струи, пределы их применимости для описания кровотока.
22. Вязкость жидкости, методы её определения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме.

23. Формула Пуазейля. Распределение давления и скорости кровотока по сосудистой системе.
24. Пульсовые волны, механизм их возникновения. Скорость пульсовой волны. Формула Моэнса-Кортевега. Регистрация пульсовых волн.
25. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Проявления турбулентностей в сердечно-сосудистой системе.
26. Работа и мощность сердца.
27. Основные характеристики электрического поля. Электрический диполь и его поле.
28. Ток в жидкостях. Подвижность ионов. Электропроводность электролитов. Гальванизация.
29. Получение высокочастотных электромагнитных колебаний. Терапевтический контур. Первичные механизмы воздействия на организм высокочастотных токов и полей. Тепловые и нетепловые эффекты.
30. Диатермия. Электрохирургия. Моноактивная и биактивная методики. Местная дарсонвализация.

**Формируемая компетенция: ОПК-6 «Способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой»**

*ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии*

1. Выберите определение звука.
  - Это механические колебания с частотой от 20 Гц до 20000 Гц.
  - Это электромагнитные колебания с частотой от 20 Гц до 20000 Гц.
  - Это механические колебания с частотой от 20 кГц до 20000 кГц.
  - Это электромагнитные колебания с частотой от 20 кГц до 20000 кГц.
2. Это механические колебания с частотой выше 20000 Гц.
  - Выберите определение ультразвука.
  - Это механические колебания с частотой меньше 20 Гц.
  - Это электромагнитные колебания с частотой от 20 Гц до 20000 Гц.
  - Это механические колебания с частотой от 20 кГц до 20000 кГц.
  - Это электромагнитные колебания с частотой от 20 кГц до 20000 кГц.
3. Это механические колебания с частотой выше 20000 Гц.
  - Какой зависимостью связаны между собой громкость и интенсивность звука?
  - Логарифмической
  - Прямо пропорциональной
  - Экспоненциальной
  - Обратно пропорциональной

- Показательной.
4. От каких физических параметров зависит порог слышимости?
- От частоты и интенсивности звуковых сигналов.
  - Только от интенсивности звуковых сигналов.
  - От амплитуды звуковых сигналов.
  - От акустического спектра.
  - Только от частоты звуковых сигналов.
5. Какое излучение называют рентгеновским излучением?
- Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  мкм.
  - Рентгеновским излучением называют поток электронов, обладающих большой энергией;
  - Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  нм.
  - Рентгеновским излучением называют волны с длиной волны от 80 до  $10^{-5}$  м.
  - Рентгеновским излучением называют поток электронов с энергией от 80 до 10-5 МэВ.
6. ИК – спектроскопия...
- основана на поглощении молекулами ИК – излучения;
  - предполагает исследования молекулярных колебаний;
  - позволяет исследовать O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;
  - использует электромагнитные излучения видимого диапазона.
7. Рефрактометрия основана...
- на измерении угла вращения поляризованного света;
  - на определении показателя преломления;
  - на измерении отклонения частиц в магнитном поле;
  - на взаимодействии ядер атомов с магнитным полем.
8. Метод ЯМР...
- используют для анализа веществ, атомы которых имеют ядра с нечётным количеством протонов;
  - основан на взаимодействии ядер атомов с постоянным магнитным полем;
  - позволяет измерять оптическую активность веществ;
  - основан на анализе спектров люминесценции веществ в процессе ЯМР.
9. ЭПР – спектроскопия...
- позволяет определять структуры молекул и концентрации веществ, имеющих неспаренные электроны;
  - основана на взаимодействии внешних электронов с переменным магнитным полем;
  - использует магнитный резонанс атомов, помещённых в поток рентгеновских лучей;

- основана на явлении резонанса ядер атомов.

10. Люминесценция...

- разновидность фосфоресценции;
- используется для анализа веществ, способных светиться под действием УФ – лучей;
- используется для определения интенсивности поглощения излучения анализируемым веществом;
- явление, позволяющее определять концентрацию веществ, помещённых в высокочастотное магнитное поле.

11. На чем основаны фотометрические методы анализа?

- + на избирательном поглощении света растворами анализируемых соединений,
- – на отражении света растворами анализируемых соединений,
- – на свечении, вызванным переходом электрона в возбужденное состояние,
- – на излучении атомов, содержащихся в анализируемом образце.

*ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований*

12. Чем отличается спектрофотометрический метод анализа от фотокориметрического метода?

- – спектрофотометрический анализ на поглощении полихроматического света,
- + спектрофотометрический анализ основан на поглощении монохроматического света,
- – ничем,
- – в спектрофотометрическом анализе обходятся без использования светофильтра или монохроматора.

13. Что такое спектры поглощения?

- + это графическое изображение поглощаемой световой энергии по длинам волн,
- – это графическое изображение распределения излучаемой световой энергии по длинам волн,
- – это графическое изображение распределения концентрации определяемого вещества по длинам волн,
- – это графическое изображение распределения толщины светопоглощающего раствора по длинам волн.

14. Телом массой 20 кг в течение 3 часов была поглощена энергия 1 Дж. Определите мощность поглощенной дозы излучения.

- $4.6 \cdot 10^{-6}$  Вт/кг
- $46 \cdot 10^{-5}$  Вт/кг

- $80 \cdot 10^{-2}$  Вт/кг
- $90 \cdot 10^{-3}$  Вт/ кг
- $102 \cdot 10^{-2}$  Вт/кг

15. Что называется оптическим путем?

- Произведение геометрического пути на показатель преломления среды.
- Разность между геометрическим путем и произведением его на показатель преломления.
- Расстояние, которое проходит луч в среде.
- Отношение геометрического пути и показателя преломления среды.
- Сумма геометрического пути и его произведения его на показатель преломления.

16. Какие из перечисленных недостатков относятся к оптической системе глаза?

- Дальнозоркость
- Сферическая аберрация, дальнозоркость, близорукость.
- Астигматизм, обусловленный недостатком оптической системы, дальнозоркость, близорукость.
- Близорукость, дисторсия.
- Сферическая аберрация, близорукость, дисторсия.

17. Какие из перечисленных погрешностей относятся к оптическим системам?

- Близорукость, астигматизм косых пучков, дисторсия, хроматическая аберрация.
- Дальнозоркость, астигматизм, обусловленный асимметрией оптической системы, сферическая аберрация, астигматизм косых пучков, дисторсия, хроматическая аберрация.
- Астигматизм, обусловленный асимметрией оптической системы, сферическая аберрация, астигматизм косых пучков, дисторсия, хроматическая аберрация.
- Дисторсия, астигматизм косых пучков, хроматическая аберрация.
- Дисторсия, астигматизм косых пучков, хроматическая аберрация, дальнозоркость.

18. Какое увеличение дает лупа, если расстояние наилучшего зрения 27 см. Фокусное расстояние 3 см?

- Данных недостаточно для расчета
- 81
- 9
- 5
- 2.9

19. Определите фокусное расстояние лупы, дающей шестикратное увеличение при расстоянии наилучшего зрения 42 см.

- 0.14 см
- 232 см
- 7 см
- 0.7 см

Е. 1.4 см

20. В чем измеряется оптическая сила линзы?

- Диоптрии
- Ньютоны
- Джоули
- Канделы

4. С какой физической характеристикой связано различие в цвете?

- с длиной волны;
- с интенсивностью света;
- с показателем преломления среды;
- с частотой.+

5. От чего не зависит показатель преломления вещества?

- от свойства вещества;+
- от длины волны;
- от частоты;
- от угла преломления;
- от скорости света.

*ОПК-6.3. способен приобретать новые ма-тематические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии*

23. В каких единицах измеряется экспозиционная доза?

- А. Рад, К, Р.
- В. Зв, Бэр.
- С. Кл/кг, Р.**
- Д. Рад, Бэр, Зв.
- Е. Рад, Дж/кг.

24. Выберите определение мощности поглощенной дозы.

- А. Отношение приращения эквивалентной дозы (dH) к интервалу времени (dt).
- В. Отношение приращения поглощенной дозы (dD) к интервалу времени (dt).
- С. Это произведение дозы (dD) на коэффициент качества (k).
- Д. Это произведение поглощенной дозы (dD) на единицу площади облучаемого вещества.
- Е. Отношение энергии (E) к массе облученного вещества.



25. Выберите правильное определение открытой термодинамической системы.
- A. Открытой ТДС называется система, не имеющая оболочки.
  - B. Открытой ТДС называется система, которая обменивается с окружающей средой веществом.
  - C. Открытой ТДС называется система, которая обменивается с окружающей средой энергией.
  - D. Открытой ТДС называется система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией.
26. Какие термодинамические параметры описывают термодинамическую систему?
- A. Давление, температура, объем, масса.
  - B. Температура, градиент концентрации, масса, градиент давления.
  - C. Температура, градиент концентрации, масса, градиент давления, объем.
  - D. Масса, градиент объема, давление.
  - E. Масса, градиент объема, температура, энтропия.
27. Какие величины называются экстенсивными?
- A. Значение которых зависит от количества вещества и размера системы.
  - B. Значение которых зависит от величины давления и концентрации.
  - C. Значение которых не зависит от количества вещества.
  - D. Значение которых зависит от температуры.
  - E. Значение которых не зависит от величины давления и концентрации.
28. Какие величины называются интенсивными?
- A. Значение которых зависит от температуры и размера системы.
  - B. Значение которых не зависит от количества вещества и размера системы.
  - C. Значение которых зависит от размера системы.
  - D. Значение которых зависит от количества вещества.
  - E. Значение которых не зависит от количества температуры и размера системы.
29. Что называется обратимым термодинамическим процессом?
- A. Процесс, при котором система может вернуться в исходное состояние.
  - B. Процесс, при котором для возврата системы в исходное состояние требуются затраты энергии.
  - C. Процесс, при котором для возврата системы в исходное состояние не происходит затрат энергии.
  - D. Процесс, при котором система всегда возвращается в исходное состояние.
30. Какой физический смысл коэффициента диффузии?

- А. Коэффициент диффузии - физическая величина, численно равная количеству вещества, диффундирующего в единицу времени через мембрану единичной толщины.
- В. Коэффициент диффузии - физическая величина равная изменению разности концентрации вещества в единицу времени.
- С. Коэффициент диффузии - физическая величина численно равная количеству вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади при градиенте концентрации равном единице.
- Д. Коэффициент диффузии безразмерная величина, которая учитывает свойства самой мембраны и диффундирующего вещества.
- Е. Коэффициент диффузии - физическая величина равная изменению разности концентрации вещества в единицу времени через единицу площади.
31. Выберите параметры, которые входят формулу Пуазейля.
- А. Градиент скорости, длина сосуда, коэффициент вязкости.
- В. Радиус сосуда, длина сосуда, разность давлений, коэффициент вязкости.
- С. Радиус сосуда, длина сосуда, площадь взаимодействующих слоев, коэффициент вязкости.
- Д. Длина сосуда, площадь взаимодействующих слоев, коэффициент вязкости.
- Е. Разность давлений, плотность крови, длина сосуда, коэффициент вязкости.
32. Выберите параметры, от которых зависит характер течения жидкости по сосудам.
- А. Плотность жидкости, динамическая вязкость, скорость течения жидкости, радиус сосуда.
- В. Плотность жидкости, длина сосуда, скорость течения жидкости, радиус сосуда.
- С. Градиент давления, длина сосуда, скорость течения жидкости, радиус сосуда.
- Д. Гидравлическое сопротивление, длина сосуда, скорость течения жидкости, радиус сосуда.
- Е. Плотность жидкости, длина сосуда, разность давлений, радиус сосуда.
33. Что определяется числом Рейнольдса при движении вязкой жидкости по трубе?
- А. Скорость течения жидкости.
- В. Характер течения жидкости.
- С. Величина отношения кинематической вязкости к динамической.
- Д. Гидравлическое сопротивление трубы.
- Е. Объем протекающей жидкости.
34. Почему кровь является неньютоновской жидкостью?
- А. Это обусловлено наличием в ней форменных элементов.

- В. Это обусловлено тем, что для крови число Рейнольдса принимает критическое значение.
- С. Это обусловлено большим коэффициентом вязкости крови.
- Д. Это обусловлено маленьким коэффициентом вязкости крови.

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Критерии оценивания знаний обучающихся при проведении коллоквиума:

- **Отметка «отлично»** - обучающийся четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры.
- **Отметка «хорошо»** - обучающийся допускает отдельные погрешности в ответе
- **Отметка «удовлетворительно»** - обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного и нормативного материала.
- **Отметка «неудовлетворительно»** - обучающийся обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи.

Критерии оценивания знаний обучающихся при проведении тестирования:

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки. Каждому обучающемуся предлагается комплект тестовых заданий из 25 вопросов:

- **Отметка «отлично»** – 25-22 правильных ответов.
- **Отметка «хорошо»** – 21-18 правильных ответов.
- **Отметка «удовлетворительно»** – 17-13 правильных ответов.
- **Отметка «неудовлетворительно»** – менее 13 правильных ответов

**Критерии знаний при проведении зачета:**

- **Отметка «зачтено»** – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует

приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

• **Отметка «не зачтено»** – не выполнены виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по большому ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу по дисциплине**  
**«БИОФИЗИКА»**  
**подготовки 06.03.01 «Биология»**  
**(квалификация выпускника – бакалавр), очная форма обучения**

**Разработчики:** кандидат хим. наук.. доцент, Барышев А.Н.

**Кафедра:** неорганической химии и биофизики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины»

Рабочая программа Б1.Б.14.04 «Биофизика» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (квалификация: бакалавр; направление подготовки: 06.03.01 Биология) и учебным планом ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

Основу рабочей программы составляет содержание, направленное на достижение поставленных целей и задач при изучении учебной дисциплины Б1.Б.14.04 «Биофизика». Содержание рабочей программы структурировано на основе компетентностного подхода. В соответствии с этим при изучении данной дисциплины у обучающихся развиваются общепрофессиональные компетенции:

ОПК -2- способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения (ОПК-2):

ОПК-2.1. применяет принципы структурно-функциональной организации для изучения биологических объектов и оценки состояния живых систем

ОПК-2.2. использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для мониторинга и коррекции среды обитания живых объектов

ОПК-6 способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6):

ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии

ОПК-6.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ОПК-6.3. способен приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

В программе отражены следующие позиции.

1. Цели освоения дисциплины, соотнесенные с общими целями ОПОП ВПО.  
2. Место дисциплины в структуре ОПОП. Указаны требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимые при освоении данной дисциплины и приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины. Указан перечень и описание компетенций, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины:  
• Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах и часах;  
• Формы контроля по учебному плану  
• Тематический план изучения учебной дисциплины;  
• Программы лекционных, семинарских (практических) занятий, самостоятельной работы содержат тематические планы, перечни основных понятий и категорий, списки литературы.

5. Образовательные технологии, указанные по видам учебной работы (аудиторной, внеаудиторной).

6. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины. Указаны фактические специализированные лаборатории и кабинеты с перечнем оборудования и технических средств обучения, обеспечивающих проведение всех видов учебной работы.

**Заключение:**

На основании вышеизложенного, рассматриваемая рабочая программа Б1.Б.14.04 «Биофизика» может быть использована для обеспечения основной образовательной программы по направлению подготовки 06.03.01. «Биология».

Рецензент:  
доктор биологических наук,  
профессор, зав. кафедрой биохимии и  
физиологии

Дата 15.06.2023



Л.Ю. Карпенко