

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сухинин Александр Александрович
Должность: Проректор по учебно-воспитательной работе
Дата подписания: 09.06.2026
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 молодёжной политике
А.А.Сухинин
11 июня 2026 г.

Кафедра неорганической химии и биофизики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.11

Физика биологических систем

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль Биоэкология

Очная форма обучения

Год начала подготовки - 2026

Рассмотрена и принята
на заседании кафедры
«18» марта 2026 г.
Протокол № 08-03-25/26

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

Санкт-Петербург
2026 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная цель дисциплины - формирование представлений, понятий, знаний о фундаментальных законах классической и современной физики, применение этих законов в описании процессов, происходящих в биологических объектах, приобретение навыков применения в профессиональной деятельности физических методов измерений и исследований.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- общеобразовательная задача заключается в изучение законов механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики и ядерной 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, профиль Биоэкология.

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:

ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работает на аналитическом лабораторном оборудовании; использует автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.11 «Физика биологических систем» является дисциплиной Блока 1 обязательной части федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль Биоэкология (уровень высшего образования бакалавриат).

Дисциплина осваивается в 4 семестре 2 курса на очном обучении. Для изучения курса «Физика биологических систем» 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 «Биологическая физика», являются: школьный курс физики, математики и биологии, высшая математика, векторная алгебра.

Курс «Физика биологических систем» является базовым для всех направлений биологического образования, он 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 «ФИЗИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ» ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
Аудиторные занятия (всего)	34	34
В том числе:		
Лекции, в том числе интерактивные формы	0	0
Практические занятия (ПЗ), в том числе практическая подготовка	34	34
Самостоятельная работа (всего)	38	38
Вид промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)	зачет	зачет
Общая трудоемкость часы / зачетные единицы	72/2	72/2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»
5.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ» ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

№	Наименование	Формируемые компетенции	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)
			ПЗ	СР	
1.	Физика и биологическая физика, предмет и методы исследования. Введение в практикум. История становления и развития «Физика биологических систем» как науки. Биомеханика на примере тела животных.	<p>ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научных исследований полевых и лабораторных биологических работ:</p> <p>ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;</p> <p>ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеслы, анализы отобранных природных образцов; работает на аналитическом лабораторном оборудовании; использует автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.</p>	4	2	4
2.	Законы поглощения и рассеяния света в веществе. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии. Задачи и тестовые задания.		4	2	2
3.	Фотоэлектроколориметр и его использование для определения концентрации растворов.		4	2	2
4.	Определение зависимости оптической плотности окрашенных растворов от длины волны.		4	2	2
5.	Определение показателя преломления различных растворов при помощи рефрактометра		4	2	2
6.	Определение показателя преломления жидкости методом полного внутреннего отражения		4	2	2
7.	Определение показателя преломления жидкости методом полудилиндра		4	2	2

8.	Определение коэффициента поверхностного натяжения по методу отрыва кольца.	4	2	2
9.	Задачи и тестовые задания.	4	2	4
10.	Основы спектрального анализа. Теория. Устройство оптического квантового генератора.	4	4	4
11.	Задачи и тестовые задания.	4	2	2
12.	Определение длины волны излучения лазера.	4	2	2
13.	Градуировка спектроскопа и его использование для определения состава веществ.	4	2	2
14.	Моделирование системы из большого числа частиц.	4	2	2
15.	Обработка результатов работы «Броуновское движение»	4	2	2
16.	Определение модуля упругости кости по изгибу	4	2	2
	Обнаружение слабой радиоактивности в окружающих человека веществах и определение периода полураспада долгоживущего изотопа.	4	2	2
<p>ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ:</p> <p>ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;</p> <p>ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замесы, анализы отобранных природных образцов; работает на аналитическом лабораторном оборудовании; использует автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.</p>				
ИТОГО ПО 3 СЕМЕСТРУ			34	38

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 (дата обращения 18.03.2026)

6.2. Литература для самостоятельной работы

1. 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 (дата обращения 18.03.2026)
2. 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. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст]: учебник / Ремизов А.Н. — 4-е изд., испр. и перераб. — ГЭОТАР-Медиа — 2012. — 648 с.: ил.
2. 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 (дата обращения 18.03.2026)
3. 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 (дата обращения 18.03.2026)

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. 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 «СПБГУВМ»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

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 23 часов). Самый трудный материал рекомендуется к изучению в начале каждого временного интервала 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 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) ознакомиться 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 лабораторных 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 оформления 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. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В рамках реализации дисциплины проводится воспитательная работа для формирования современного научного мировоззрения и системы базовых ценностей, формирования и развития духовно-нравственных, гражданско-патриотических ценностей, системы эстетических и этических знаний и ценностей, установок толерантного сознания в обществе, формирования у студентов потребности к труду как первой жизненной необходимости, высшей ценности и главному способу достижения жизненного успеха, для осознания социальной значимости своей будущей профессии.

11. 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://spbguvn.ru/academy/eios>

11.1. Технологии искусственного интеллекта

Для подготовки к практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать искусственный интеллект.

Искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений (Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»).

Данный модуль нацелен на формирование компетенций в сфере искусственного интеллекта, позволяющих выпускникам использовать и разрабатывать отдельные методы и технологии с участием искусственного интеллекта, либо владеть методологическими аспектами использования и разработки методов и технологий с использованием искусственного интеллекта и успешно применять их в своей деятельности, владеть всеми компетенциями, связанными с руководством комплексными решениями по использованию и разработке систем искусственного интеллекта, в также обладать квалификацией в сфере управления проектами и руководством коллективом разработчиков.

При этом в части использования систем искусственного интеллекта образовательная программа должна обеспечивать формирование компетенций по решению таких задач, как планирование, прогнозирование и принятие решений, автоматизация рутинных производственных операций, использование автономного интеллектуального оборудования и робототехнических комплексов, интеллектуальных систем управления логистикой, повышение безопасности сотрудников при выполнении производственных и бизнес-процессов, повышение лояльности и удовлетворенности потребителей, оптимизация процесса подбора и обучения кадров на основе применения методов машинного обучения, нейросетевых моделей и методов, сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта и др.

В части разработки систем искусственного интеллекта образовательная программа должна обеспечивать формирование компетенций в областях разработки и программной реализации алгоритмов; исследований алгоритмов и математических методов; разработки программных и технологических решений; методов и технологий сбора, хранения и обработки данных; разработки специализированного аппаратного обеспечения; подготовки квалифицированных кадров в области искусственного интеллекта на основе методов ма-

шинного обучения, нейросетевых моделей и методов, сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта и др.

Технологии искусственного интеллекта используются на этапе изложения нового содержания по теме и его закрепления через систему проблемных вопросов по теме, дополнительных уточняющих проблемных вопросов и выполнение проблемных заданий. Дополнительным методическим подходом является использование модели «перевернутое обучение», когда учащиеся самостоятельно изучают теоретический материал дома, а на уроке переходят к его обсуждению в формате фронтальной беседы и закреплению через решение задач в микрогруппах (до 4-8 человек).

При организации занятий модуль «искусственный интеллект» должен быть включен в каждое практическое занятие, что значительно повысит их эффективность, особенно в части обсуждения учебного материала, самостоятельно освоенного обучающимся дома с помощью интернет ресурсов. Рекомендуется, чтобы в обсуждении приняли участие все обучающиеся.

Перечень ресурсов с сети интернет:

1. Open Machine Learning Course <https://mlcourse.ai>
2. Введение в машинное обучение от «Bioinformatic Institute» <https://stepik.org/course/4852/promo>
3. Специализация Машинное обучение и анализ данных от «Московский физикотехнический институт» <https://ru.coursera.org/specializations/machine-learning-dataanalysis>
4. Платформа для проведения соревнований по Data Science <https://www.kaggle.com>

11.2. 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 Power Point	67580828
2	Libre Office	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

12. 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
Физика биологических систем	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, лазеры, 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 1 на 25 л.

Рабочую программу составил
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

Физика биологических систем
Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ
Направление подготовки 06.03.01 Биология
Профиль Биоэкология
Очная форма обучения

Год начала подготовки - 2026

Санкт-Петербург
2026 г.

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 1

№	Формируемые компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство
1.	ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ:	Физика и биологическая физика, предмет и методы исследования. Введение в практикум. История становления и развития «Физика биологических систем» как науки. Биомеханика на примере тела животных.	тесты
2.	ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;	Законы поглощения и рассеяния света веществом. Основы фотокolorиметрии и спектрофотометрии.	тесты
3.	ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.	Определение показателя преломления жидкости методом полного внутреннего отражения	тесты
4.		Определение показателя преломления жидкости методом полуцилиндра	тесты
5.		Определение коэффициента поверхностного натяжения по методу отрыва кольца.	тесты
6.		Основы спектрального анализа. Теория. Устройство оптического квантового генератора.	тесты
7.		Определение модуля упругости кости по изгибу	тесты
1.		Фотоэлектроколориметр и его использование для определения концентрации растворов.	Коллоквиум
2.		Определение зависимости оптической плотности окрашенных растворов от длины волны.	Коллоквиум
3.		Определение показателя преломления различных растворов при помощи рефрактометра	Коллоквиум
4.		Определение длины волны излучения лазера.	Коллоквиум
5.		Градуировка спектроскопа и его использование для определения состава веществ.	Коллоквиум
6.		Моделирование системы из большого числа частиц.	Коллоквиум
7.		Обнаружение слабой радиоактивности в окружающих человека веществах и определение периода полураспада долгоживущего изотопа.	Коллоквиум

1.		Фотоэлектроколориметр и его использование для определения концентрации растворов.	тесты
2.		Определение зависимости оптической плотности окрашенных растворов от длины волны.	тесты
3.		Определение показателя преломления различных растворов при помощи рефрактометра	тесты
4.		Определение длины волны излучения лазера.	тесты
5.		Градуировка спектроскопа и его использование для определения состава веществ.	тесты
6.		Моделирование системы из большого числа частиц.	тесты
7.		Обнаружение слабой радиоактивности в окружающих человека веществах и определение периода полураспада долгоживущего изотопа.	тесты

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

3. 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
ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;					
ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;	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 не сколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	тесты
ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территории.	При решении стандартных задач не продемонстрированы 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

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

4.1. Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Формируемая компетенция:

ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи

ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

ЗАДАНИЯ ЗАКРЫТОГО ТИПА

Задания комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных вариантов

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи

Задание 1.

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Найти минимальную длину волны в спектре тормозного рентгеновского излучения, если напряжение в рентгеновской трубке $U = 2\text{кВ}$?

- 1) 2.46 нм
- 2) 0.615 нм
- 3) 3.25 нм
- 4) 0.018 нм
- 5) 9.72 нм

Запишите цифру, под которой указан верный ответ

Ответ: 2

Задание 2.

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Изменится ли поток рентгеновского излучения, если, не меняя напряжения, в 10 раз увеличить силу тока в рентгеновской трубке?

- 1) Увеличится в 100 раз
- 2) Увеличится в 10 раз
- 3) Уменьшится в 100 раз
- 4) Уменьшится в 10 раз

Запишите цифру, под которой указан верный ответ

Ответ: 3

Задание 3.

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В 100 г ткани поглощается $15 \cdot 10^{11}$ бета частиц с энергией $1,5 \cdot 10^{-15}$ Дж каждая. Определите поглощенную дозу излучения.

1) $22,5 \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

2) $19,6 \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

3) $4,5 \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

4) $22,5 \cdot 10^{-5}$ Дж/кг

5) $45 \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

Запишите цифру, под которой указан верный ответ

Ответ: 1

Задания комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из предложенных вариантов

Задание 4.

Прочитайте задание, выберите правильные ответы.

Чем моделируются вязкоупругие свойства биологических тканей?

1) Системами, состоящими из различных комбинаций пружины (упругий элемент) и поршня (вязкий элемент);

2) Системами, состоящими из последовательно соединенных пружины (упругий элемент) и поршня (вязкий элемент);

3) Системами, состоящими из параллельно соединенных пружины (упругий элемент) и поршня (вязкий элемент);

4) Системами, состоящими из комбинационных сочетаний пружин (упругих элементов);

5) Системами, состоящими из последовательно соединенных пружины и параллельно соединенных между собой пружины и поршня.

6) Моделями Зинера, Максвелла, Кельвина-Фойгта

Запишите цифры, под которыми указаны верные ответы

Ответ: 16

Задание 5.

Прочитайте задание, выберите правильные ответы.

Что представляет собой кость?

1) Высокоэластичный материал, состоящий из коллагена, эластина и гладких мышечных волокон.

2) Гетерогенную ткань, состоящую из 3-х наложенных друг на друга слоев: эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки.

3) Совокупность мышечных клеток и внеклеточного вещества, состоящего из коллагена и эластина.

4) Армированный композиционный материал, половину объема которого составляет гидроксилapatит.

5) Волокна коллагена, эластина и основного вещества - матрицы.

6) Представляет собой материал, преимущественно состоящий из гидроксилapatита.

Запишите цифры, под которыми указаны верные ответы

Ответ: 46

Задания закрытого типа на установление соответствия

ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

Задание 6.

Прочитайте задание и установите соответствие.

Установите соответствие между задачей и верным ответом

Задача		Ответ	
А	Определить количество теплоты, переданное системе при температуре 27 градусов Цельсия, если приведенная теплота оказалась равной 30 Дж/К	1	810 Дж
Б	2. В систему было передано 90 Дж теплоты. Определить изменение внутренней энергии системы, если система при этом выполнила работу $A=80$ Дж.	2	9000 Дж
		3	9 Дж
		4	10 Дж
		5	170 Дж

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Ответ: А2Б4

Задание 7.

Прочитайте задание и установите соответствие.

Установите соответствие: между задачей и верным решением

Задача		Решение	
А	Изменится ли поток рентгеновского излучения, если, не меняя напряжения, в 10 раз увеличить силу тока в рентгеновской трубке?	1	Увеличится в 10 раз
Б	Изменится ли поток рентгеновского излучения, если, не меняя силы тока, в два раза увеличить напряжение в рентгеновской трубке?	2	Уменьшится в 2 раза
В	Изменится ли поток рентгеновского излучения, если, не меняя напряжения, в 4 раз увеличить силу тока в рентгеновской трубке?	3	Уменьшится в 4 раза
		4	Увеличится в 4 раза

		5	Уменьшится в 10 раз
--	--	---	---------------------

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ: А1Б4В4

Задание 8.

Прочитайте задание и установите соответствие.

Установите соответствие между законом и его определением

Закон		Определение	
А	Закон Бугера-Ламберта-Бэра	1	При данной длине волны оптическая плотность смеси компонентов, не взаимодействующих между собой, равна сумме оптических плотностей отдельных компонентов при той же длине волны
Б	Закон аддитивности	2	Сила тока полной цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи
В	Закон Фарадея	3	Однородные слои одного и того же вещества одинаковой толщины поглощают одну и ту же долю падающей на них световой энергии (при постоянной концентрации растворенного вещества)
Г	Закон Штерна-Вольмера	4	Отношение квантовых выходов флуоресценции от концентрации тушителя имеет линейный участок при динамическом взаимодействии молекул
		5	Парциальное давление насыщенного пара компонента раствора прямо пропорционально его мольной доле в растворе, причём коэффициент пропорциональности равен давлению насыщенного пара над чистым компонентом

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ: АЗБ1В2Г4

Задание 9.

Прочитайте задание и установите соответствие.

Установите соответствие между определением и понятием

Понятие		Определение	
А	Модель упругого тела	1	Система, состоящая из различных комбинаций пружины (упругий элемент) и поршня (вязкий элемент)
Б	Модель костной ткани	2	Система, состоящая из параллельно соединенных пружины (упругий элемент) и поршня (вязкий элемент);
В	Модель Зинера	3	пружина, подчиняющаяся закону Гука
		4	Система, состоящая из последовательно соединенных пружины и параллельно соединенных между собой пружины и поршня.
		5	Система, состоящая из последовательно соединенных упругого элемента и модели Кельвина-Фойгта.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ: АЗБ4В5

Задание 10.

Прочитайте задание и установите соответствие.

Установите соответствие между методом анализа и его характеристикой

Метод анализа		Характеристика	
А	Спектрофотометрия	1	Степень рассеивания света
Б	Потенциометрия	2	Поглощение монохроматического света
В	Рефрактометрия	3	Изучение эффектов преломления
Г	Фотометрия	4	Поглощение света видимого диапазона
		5	Измерение электрохимического сигнала

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ: А4Б5В3Г2

Задания закрытого типа на установление последовательности

Задание 11.

Прочитайте задание и установите последовательность.

Выстройте алгоритм действия работы на аппарате ФЭК КФК-3

1. Выбрать длину волны для исследования.
2. Поместить исследуемый раствор в кювету и загрузить в прибор.
3. Включить прибор и выждать 30 минут.
4. Проверить установку нуля.

Ответ: 3421

Задание 12.

Прочитайте задание и установите последовательность.

Установите правильную последовательность: закон Ома для участка цепи

1. сопротивление.
2. напряжение.
3. сила тока.
4. прямо пропорционально.
5. обратно пропорционально.

Ответ: 34251

Задание 13.

Прочитайте задание и установите последовательность.

Выстройте алгоритм действия при работе на определение вязкости методом Стокса

1. Выбрать шары.
2. Посчитать погрешности измерений.
3. Рассчитать динамическую вязкость по формуле.

4. Бросить шарики в вязкую жидкость и засечь время падения на определенную высоту.

5. Измерить диаметр шаров.

6. Взвесить шары.

Ответ: 1,5,6,4,3,2 или 1,6,5,4,3,2

Задание 14.

Прочитайте задание и установите последовательность.

Установите правильную последовательность: напряженность электрического поля

1. величина заряда
2. напряженность
3. сила, действующая на неподвижный малый точечный заряд
4. прямо пропорционально
5. обратно пропорционально

Ответ: 24351

Задание 15.

Прочитайте задание и установите последовательность.

Установите правильную последовательность: второй закон Ньютона

1. ускорение
2. масса
3. равнодействующая сила
4. прямо пропорционально
5. обратно пропорционально

Ответ: 14352

ЗАДАНИЯ ОТКРЫТОГО ТИПА

Задание 16.

Прочитайте задание и дайте обоснованный ответ

Если на тело действуют другие тела и их действие со временем не изменяется, то тело движется.....

Ответ: с постоянным по значению ускорением.

Задание 17.

Прочитайте задание и дайте обоснованный ответ.

Электрическим током называется упорядоченное

Ответ: движение заряженных частиц в проводнике.

Задание 18.

Прочитайте задание и дайте обоснованный ответ.

Явление сохранения скорости тела при отсутствии воздействия на него.....

Ответ: других тел называется инерцией.

Задание 19.

Прочитайте задание и дайте обоснованный ответ.

Давление – это отношение силы к площади, на которую.....

Ответ: в перпендикулярном направлении действует сила.

Задание 20.

Прочитайте текст и дайте развернутый обоснованный ответ

Величина, характеризующая быстроту выполнения работы, называется.....

Ответ: мощностью.

Вопросы для коллоквиума

ПК-1 - Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ:

По разделам «Фотоэлектроколориметр и его использование для определения концентрации растворов» и «Определение зависимости оптической плотности окрашенных растворов от длины волны»:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Фотоэлектроколориметр (ФЭК) – его основные блоки.
2. ФЭК применение для исследований в области исследования жидкостей
3. В чем заключается первый закон поглощения (закон Бугера-Ламберта)?
4. Сформулировать закон поглощения (закон Бера).
5. Записать и объяснить обобщенный закон Бугера-Ламберта-Бера.
6. От чего зависит и какой физический смысл имеет натуральный показатель поглощения α ?
7. От каких величин зависит монохроматических показатель ослабления?
8. Что называется, прозрачностью раствора?
9. Что называется, оптической плотностью раствора?
10. Как выбрать светофильтр для проведения необходимого анализа?
11. Как выбрать размер кюветы для проведения необходимого анализа?
12. Как определить концентрации вещества в растворе?
13. Что относится к физико-химическим методам анализа?

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

14. Анализ каких веществ можно производить на ФЭКе?
15. Что такое стандартные растворы и чем они отличаются от растворов сравнения?
16. Понятие оптической плотности
17. Поясните физический смысл и границы применимости дифференциального и интегрального законов поглощения света.
18. Какие виды рассеяния света существуют?
19. Какие параметры характеризуют поглощение света растворами?
20. Как определить концентрацию окрашенных растворов на ФЭКе?
21. Чем объясняется возможность повышения и уменьшения растворимости твердых веществ с ростом температуры?
22. Как строят градуировочный график и каково его значение?
23. Использование светофильтров при исследованиях на ФЭК.
24. В какой области спектра поглощения дисперсия света является аномальной? Какое поглощение света в веществе называется собственным?
25. Методы определения концентраций окрашенных растворов.

По разделу «Определение показателя преломления различных растворов при помощи рефрактометра»:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. К каким методам относится рефрактометрический анализ
2. Что лежит в основе рефрактометрического метода
3. Что определяют на рефрактометре
4. Поляризация света
5. Применение поляризаторов в технике
6. Особенность кристаллов турмалина для поляризации света
7. Закон отражения света
8. Математическая формула закона преломления
9. Что называется относительным/абсолютным показателем преломления?
10. Какая характеристика световой волны не изменится при переходе из одной среды в другую
11. Явление полного внутреннего отражения
12. Предельный угол полного внутреннего отражения
13. Из чего состоит оптическая система рефрактометра
14. Принцип действия рефрактометра

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

15. Что такое волоконная оптика?
16. Дисперсия света
17. Влияние дисперсии света на величину предельного угла преломления
18. Принцип действия рефрактометра Аббе
19. Ход лучей света в призмном блоке Аббе
20. Объяснить зависимость величины предельного угла от длины волны.
21. Как формируется изображение в фокальной плоскости зрительной трубы при освещении белым светом?

22. Почему в рефрактометре нельзя вести измерения предельного угла без зрительной трубы? Какова ее роль?
23. Для чего грани и призмы делают матовыми?
24. Что называется атомной и молекулярной рефракцией?
25. Оптическая длина пути

По разделу «Определение длины волны излучения лазера»:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Несамостоятельный и самостоятельный разряды
2. Типы самостоятельных разрядов
3. Что означает термин «лазер»?
4. Чем отличается лазерное излучение от обычного света?
5. Приведите основные свойства лазерного излучения.
6. Приведите классификацию лазеров.
7. Как получить инверсную населенность уровней?
8. Объясните, что такое спонтанное излучение?
9. Объясните, что такое вынужденное излучение?
10. Отличие спонтанных и вынужденных переходов.
11. Расскажите, на чём основан принцип работы лазера?
12. Объясните, что означает термин «инверсия населённости»?
13. Обратная связь, как она осуществляется в лазерах. Роль оптического резонатора в лазерах.
14. Использование в гелий-неоновом лазере смеси двух газов - гелия и неона. Роль каждого из них.
15. Перечислите четыре класса лазерной опасности.
16. Какие сопутствующие факторы лазерного излучения вы знаете?
17. Почему именно термический эффект имеет существенное значение в характеристике повреждения биологических тканей, при действии излучения в красной и инфракрасной областях спектра?

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

18. Перечислите группы биологических эффектов, возникающих при воздействии лазерного излучения на организм человека.
19. Приведите примеры применения лазерного излучения в ветеринарии и медицине.
20. Каким образом происходит накачка в газовых лазерах?
21. Энергетические характеристики лазера.
22. Твердотельные лазеры.
23. Газовые лазеры.
24. Значение метастабильных уровней для лазерного излучения.
25. Почему в ОКГ возможно существование колебаний с различными частотами?

По разделам «Градуировка спектроסקопа и его использование для определения состава веществ» и «Моделирование системы из большого числа частиц»:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Дифракционная решетка, ее устройство и параметры. Механизм возникновения главных и побочных максимумов и минимумов.
2. Тепловое излучение. Характеристики для его описания. Законы теплового излучения.
3. Инфракрасное излучение, его поглощение. Чем обусловлен его терапевтический эффект? Что такое термография?
4. Ультрафиолетовое излучение. Назовите зоны ультрафиолетового излучения в зависимости от их биологического действия.
5. Что понимают под дисперсией света?
6. Что такое спектр излучения?
7. Какой спектр называется непрерывным или сплошным?
8. Излучение каких тел дает полосатые спектры
9. Какие тела при излучении дают линейчатый спектр, что он из себя представляет?
10. Из каких составных частей состоит спектроскоп и каково их назначение?
11. Что такое спектр поглощения?
12. Как градуировать спектроскоп?
13. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера
14. Для чего в приборе используется коллиматор?
15. Для чего градуируют спектроскоп?

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

16. Особенности призмы постоянного отклонения (призмы Аббе)
17. Охарактеризовать спектральный призмный прибор: а) угловая и линейная дисперсия; б) разрешающая способность; в) рабочая область спектра.
18. В чем заключаются недостатки призмы как диспергирующего элемента спектральных приборов?
19. Как можно определить показатель преломления материала призмы? От чего он зависит?
20. Закон авогадро
21. Газовая постоянная
22. Диффузия в газах и твердых телах
23. Случайные блуждания молекулы
24. Коэффициент диффузии броуновской частицы
25. Как изменится картина броуновского движения при увеличении температуры?
26. Как изменится картина броуновского движения, если водную эмульсию заменить эмульсией на глицерине?

По разделу «Обнаружение слабой радиоактивности в окружающих человека веществах и определение периода полураспада долгоживущего изотопа»:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Что такое фотоэффект? Законы фотоэффекта Столетова. Уравнение фотоэффекта, полученное Эйнштейном
2. Рентгеновское излучение (определение). Способ получения рентгеновского излучения.
3. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений.
4. Дозиметрия
5. Закон радиоактивного распада.
6. Опыты Резерфорда по рассеянию α - частиц.
7. Постулаты Бора
8. Спектры испускания, их виды.
9. Единицы активности радионуклидов
10. Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений.
11. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений.
12. Временные и дозовые эффекты радиации.
13. Особенности действия разных видов облучения организмов разными типами радиации.

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

14. Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общепатологический.
15. Синдромы острого лучевого поражения. Критические процессы лучевого поражения.
16. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие.
17. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц.
18. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений.
19. Прямое действие радиации на биомолекулы.
20. Количественные характеристики гибели облученных клеток.
21. Строение атома
22. Радиолиз воды и липидов.
23. использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.
24. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений.
25. Строение атомного ядра

а. Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета. Зачет ставится по результатам успешного прохождения текущей аттестации и анализа подготовленными студентами лабораторных работ, участия их в дискуссиях, при этом проводится оценка компетенций.

Если результат текущей аттестации не устраивает студента, то ему предстоит сдавать зачет, в процессе которого он должен продемонстрировать перечисленные выше знания, умения и навыки.

Вопросы к зачету

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Какое время потребуется световому лучу на прохождение расстояния от Солнца до Земли (150 млрд. км)?
2. Может ли рассеивающая линза создавать действительное изображение? Почему?
3. Как изменится количество максимумов, наблюдаемых от дифракционной решетки, если уменьшить число штрихов решетки на 1 мм?
 - А. уменьшится;
 - Б. увеличится;
 - В. не изменится
4. Выберите параметры, которые входят формулу Ньютона для силы внутреннего трения.
 - А. Градиент скорости, площадь взаимодействующих слоев, коэффициент вязкости.
 - Б. Радиус сосуда, разность давлений, коэффициент вязкости, гидравлическое сопротивление.
 - В. Площадь взаимодействующих слоев, разность давлений, толщина сосуда, скорость.
 - Г. Гидравлическое сопротивление, коэффициент вязкости, скорость.
 - Д. Разность давлений, радиус сосуда, скорость.
5. Выберите параметры, которые входят в формулу для расчета числа Рейнольдса.
 - А. Площадь взаимодействующих слоев, скорость течения жидкости, плотность жидкости, коэффициент вязкости.
 - Б. Скорость течения жидкости, плотность жидкости, диаметр сосуда, коэффициент вязкости.
 - В. Градиент скорости, плотность жидкости, коэффициент вязкости.
 - Г. Скорость течения жидкости, разность давлений, диаметр сосуда, длина сосуда.
 - Д. Градиент скорости, плотность жидкости, коэффициент вязкости, диаметр сосуда.
6. Пучок белого света разлагается в спектр с помощью дифракционной решетки и призмы. В каком из спектров красные лучи отклоняются больше, чем фиолетовые?
 - А. в дифракционной решетке;
 - Б. в призме;
 - В. одинаково
7. Диапазон длин волн видимого света....

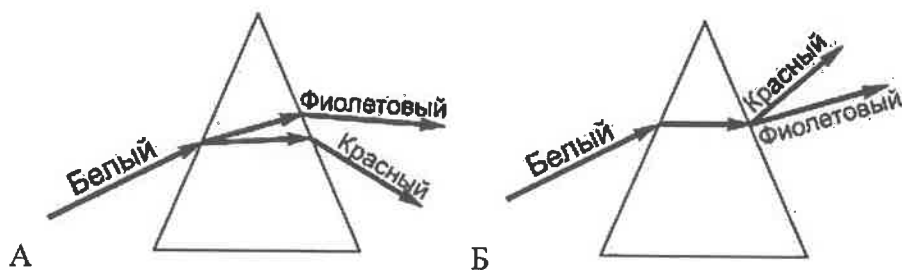
- А. 380 - 760 нм;
 - Б. 300- 600 нм;
 - В. 500 - 800 нм;
 - Г. 120-400 нм;
 - Д. 700 - 1200 нм
8. Кость представляет собой ...
- А. армированный композиционный материал, половину объема которого составляет гидроксилapatит, а вторую половину - органическая (главным образом коллаген) соединительно-тканевая основа;
 - Б. гетерогенную ткань, состоящую из 3-х наложенных друг на друга слоев: эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки;
 - В. совокупность мышечных клеток и внеклеточного вещества, состоящего из коллагена и эластина;
 - Г. высокоэластичный материал, состоящий из коллагена, эластина и гладких мышечных волокон;
 - Д. волокна коллагена, эластина и основного вещества - матрицы.
9. Относительной деформацией называют ...
- А. Изменение взаимного положения тел;
 - Б. Изменение размеров и формы тел под действием внешних сил;
 - В. Разность между конечным и начальным значением размером тел, на которые действуют внешние силы;
 - Г. Отношение абсолютной деформации к первоначальной длине;
 - Д. Угол, на который смещается одна часть тела относительно других его частей.
10. Явление теплопроводности имеет место при наличии градиента ...
- А. температуры
 - Б. концентрации
 - В. скорости слоев жидкости или газа
 - Г. электрического заряда
11. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 600\text{ нм}$, расстояние между отверстиями $d = 1\text{ мм}$, расстояние от отверстий до экрана $l = 3\text{ м}$. Найти положение третьей и четвертой светлых полос.
12. Каким должен быть угол отражения светового луча, чтобы падающий луч составлял с отраженным угол 60° ?
- А. 30° .
 - Б. 50° .
 - В. 20° .
13. При переходе луча света из первой среды во вторую угол падения равен 45° , а угол преломления 30° . Каков относительный показатель преломления второй среды по отношению к первой?
- А. 3.
 - Б. $\sqrt{2}$.
 - В. 1.
14. Показатели преломления алмаза, стекла и воды относительно воздуха равны: 2,42; 1,5; 1,33. В каком из этих веществ предельный угол полного внутреннего отражения имеет максимальное значение?
- А. В алмазе.
 - Б. В стекле.
 - В. В воде.

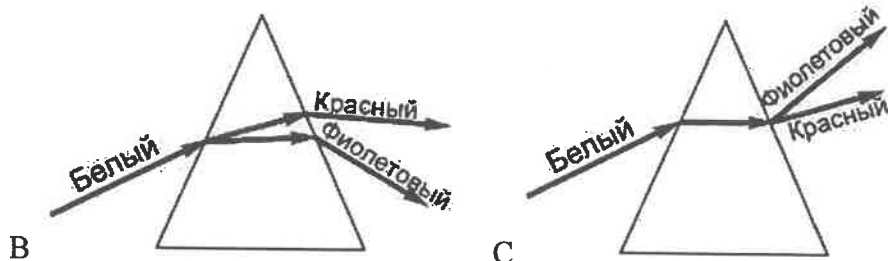
15. Поверхностное натяжение σ вычисляется по формуле:
- $\sigma = F/(2l)$;
 - $\sigma = F/l$;
 - $\sigma = 2F/l$;
 - $\sigma = F/S$;
 - $\sigma = Fl$.
16. Подобно газам, свойства жидкости не зависят от направления действия. Это называется:
- Анизотропия;
 - Изотропия;
 - Поверхностное натяжение;
 - Капиллярность;
 - Нет правильного ответа.
17. Чем вызвано поверхностное натяжение?
- Притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости.
 - Отталкиваем молекул поверхностного слоя от молекул внутри жидкости.
 - Действием на молекулы жидкости силы тяжести.
18. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкости?
- Только от рода жидкости и наличия примесей.
 - Только от температуры жидкости.
 - От рода жидкости, её температуры и наличия в ней примесей.
19. Жидкость практически несжимаема потому что...
- велико молекулярное давление.
 - молекулы жидкости неподвижны.
 - очень велика динамическая вязкость жидкости.
20. Силы поверхностного натяжения действуют в...
- вертикальной плоскости.
 - горизонтальной плоскости.
 - в любом направлении.
21. Поверхностное натяжение воды при 0°C и 100°C ...
- одинаково.
 - различно, у воды при 100°C больше.
 - различно, у воды при 0°C больше.

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

22. Непрерывные спектры дают:
- твёрдые тела, находящиеся при очень больших температурах;
 - в газообразном молекулярном состоянии, в котором молекулы не связаны или слабо связаны друг с другом;
 - в газообразном атомарном состоянии, в котором атомы практически не взаимодействуют друг с другом;
 - раскалённые жидкости;
 - газы под высоким давлением
23. Спектры поглощения бывают
- только непрерывные и полосатые;
 - непрерывные, линейчатые и полосатые;
 - только непрерывные и линейчатые;

- Г. только линейчатые и полосатые
24. Какие изменения происходят при переходе атома из высшего энергетического уровня на низший...
- А. атомом поглощается фотон
 - Б. атомом испускается фотон
 - В. атомом испускаются два когерентных фотона
 - Г. происходит явление термоэлектронной эмиссии
25. Взаимодействие света с веществом имеет принципиально вероятностный характер. В квантовой теории взаимодействия света и вещества вводится понятие вероятности перехода, которое отличается от понятия вероятности, используемого в математике. Какой физический смысл имеет понятие «вероятность перехода», используемое в лазерной физике?
- А. Число квантов, испускаемых или поглощаемых при переходе между энергетическими уровнями среды.
 - Б. Отношение числа испущенных или поглощенных квантов к числу взаимодействующих со светом частиц.
 - В. Число квантов, испускаемых или поглощаемых при переходе между энергетическими уровнями среды в секунду.
 - Г. Отношение числа взаимодействующих со светом частиц к числу испущенных или поглощенных квантов.
26. Явление диффузии характеризует перенос...
- А. массы
 - Б. энергии
 - В. импульса направленного движения
 - Г. электрического заряда
27. Кожа представляет собой ...
- А. армированный композиционный материал, половину объема которого составляет гидроксилпатит;
 - Б. гетерогенную ткань, состоящую из 3-х наложенных друг на друга слоев: эпидермиса, дермы и подкожной клетчатки;
 - В. совокупность мышечных клеток и внеклеточного вещества, состоящего из коллагена и эластина;
 - Г. высокоэластичный материал, состоящий из коллагена, эластина и гладких мышечных волокон;
 - Д. волокна коллагена, эластина и основного вещества - матрицы.
28. Стекло́нная призма разлагает белый свет. На рисунках представлен ход лучей в призме. Правильно отражает реальный ход лучей рисунок ...





ПК-1 Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

1. Спектр поглощения – это
 - А. светлые линии на темном фоне линейчатого спектра
 - Б. светлые линии на темном фоне непрерывного спектра излучения
 - В. темные линии на светлом фоне непрерывного спектра излучения
 - Г. темные линии на светлом фоне линейчатого спектра излучения
2. Спектральный анализ – это
 - А. метод определения вида излучения по типу спектра
 - Б. метод определения химического состава вещества по его спектру
 - В. анализ свойства призмы или дифракционной решетки
 - Г. определение агрегатного состояния вещества по его спектру
3. На чем основана работа лазера
 - А. На явлении фотоэффекта
 - Б. На явлении индуцированного излучения
 - В. На фотонах
 - Г. На инфракрасном излучении
4. Какой основной элемент обязательно присутствует в конструкции лазера любого типа?
 - А. Активная среда,
 - Б. Резонатор,
 - В. Система накачки,
 - Г. Зеркала резонатора.
5. Активная среда работает по трехуровневой схеме накачки. Концентрация активных частиц среды равна n . Каковы должны быть населенности энергетических уровней n_1, n_2, n_3 для получения усиления в среде?
 - А. $n_2 > n/2$.
 - Б. $n_1 > n/2$.
 - В. $n_3 > n_1$.
 - Г. $n_3 > n_2$.
6. Какое излучение называют рентгеновским излучением?
 - А. Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до 10^{-5} мкм.
 - Б. Рентгеновским излучением называют поток электронов, обладающих большой энергией;
 - В. Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной волны от 80 до 10^{-5} нм.
 - Г. Рентгеновским излучением называют волны с длиной волны от 80 до 10^{-5} м.

- Д. Рентгеновским излучением называют поток электронов с энергией от 80 до 10^5 МэВ.
7. 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.
8. 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.
9. Атомно-абсорбционный анализ используют для анализа...
- А. лёгких металлов;
 - Б. тяжёлых металлов;
 - В. активных неметаллов;
 - Г. неактивных неметаллов.
10. Выберите определение поглощенной дозы ионизирующего излучения.
- А. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу площади облучаемого вещества;
 - Б. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу массы облучаемого вещества;
 - В. Поглощенная энергия ионизирующего излучения за единицу времени;
 - Г. Средняя энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу площади облучаемого вещества.
 - Д. Поглощенная энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу массы облучаемого вещества в единицу времени.
11. Выберите основные принципы количественной радиобиологии.
- А. Принцип усилителя, принцип попадания, принцип мишени.
 - Б. Принцип усилителя, принцип попадания, принцип точности.
 - В. Принцип мишени, принцип достаточности.
 - Г. Принцип попадания, принцип достаточности, принцип точности.
 - Д. Принцип мишени, принцип точности.
12. Что называется тормозной способностью?
- А. Линейной тормозной способностью называется отношение энергии dE, теряемой ионизирующей частицей при прохождении элементарного пути dl в веществе, к длине этого пути.
 - Б. Линейной тормозной способностью называется произведение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl на величину пути.
 - В. Линейной тормозной способностью называется отношение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl, к этому пути.
 - Г. Линейной тормозной способностью называется отношение количества ионов обоих знаков, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути dl, к этому пути.
 - Д. Линейной тормозной способностью называется длина пути, на котором происходит полная потеря энергии излучения.

ПК-1.2. Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работать на аналитическом лабораторном оборудовании; использовать автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

13. Что является аналитическим сигналом в фотометрических методах анализа?
- А. – максимальная длина волны в спектре поглощения,
 - Б. – ширина спектральной линии,
 - В. + оптическая плотность раствора,
 - Г. – концентрация определяемых компонентов.
14. Что понимают под контрастностью фотометрических реакций идентифицируемых соединений?
- А. + разность длин волн максимумов поглощения идентифицируемых соединений,
 - Б. – сумму длин волн максимумов поглощения идентифицируемых соединений,
 - В. – максимальную длину волны поглощения определяемого элемента,
 - Г. – разность длин волн поглощения определяемого элемента и примесных элементов, присутствующих в растворе.
15. Чем объясняется природа спектров поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях спектра?
- А. + числом и перемещением электронов в поглощающих свет молекулах и ионов,
 - Б. – числом атомов, входящих в состав молекул,
 - В. – колебанием атомных ядер, входящих в состав молекул,
 - Г. – перераспределением энергии между вращением и колебанием ядер в молекулах.
16. Выберите главные первичные процессы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом.
- А. Когерентное рассеивание, некогерентное рассеивание, фотоэффект.
 - Б. Когерентное рассеивание, фотоэффект, рентгенолюминесценция.
 - В. Фотоэффект, фотохимическая реакция, рентгенолюминесценция.
 - Г. Фотоэффект, некогерентное рассеивание, разрыв химических связей.
 - Д. Разрыв химических связей, фотохимическая реакция.
17. С помощью ионно-обменной хроматографии можно...
- А. разделять неэлектролиты;
 - Б. умягчать жёсткую воду;
 - В. определять концентрацию этилового спирта;
 - Г. разделять электролиты.
18. Деформацией текучести называют способность ...
- А. Изменение взаимного положения тел;
 - Б. Изменение размеров и формы тел под действием внешних сил;
 - В. Деформацию, которая возрастает без увеличения напряжения;
 - Г. Отношение абсолютной деформации к первоначальной длине;
 - Д. Отдельных слоев биологических тканей смещаться с некоторой скоростью относительно других ее слоев.
19. Метод ЯМР...
- А. используют для анализа веществ, атомы которых имеют ядра с нечётным количеством протонов;
 - Б. основан на взаимодействии ядер атомов с постоянным магнитным полем;
 - В. позволяет измерять оптическую активность веществ;
 - Г. основан на анализе спектров люминесценции веществ в процессе ЯМР.

20. 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.
- Б. Линейной плотностью ионизации называется произведение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути на длину этого пути.
- В. Линейной плотностью ионизации называется отношение количества пар ионов, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути к этому пути.
- Г. Линейной плотностью ионизации называется отношение количества ионов обоих знаков, образованных заряженной ионизирующей частицей на элементарном пути, к этому пути.
- Д. Линейной плотностью ионизации называется длина пути, на котором происходит ионизация атомов и молекул.

5. 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 выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется частичное отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации или 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.

**Аннотация рабочей программы дисциплины
Б1.В.11 «Физика биологических систем»
Уровень высшего образования БАКАЛАВРИАТ
Направление подготовки 06.03.01 Биология
Профиль Биоэкология
Форма обучения очная**

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.

Место дисциплины: дисциплина относится к вариативной части федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль Биоэкология.

Дисциплина осваивается в 4 семестре 2 курса на очном обучении.

Требование к результатам освоения дисциплины: в результате изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ:

ПК-1.1 Применяет в своей деятельности аналитическое лабораторное оборудование; средства вычислительной техники, коммуникации и связи;

ПК-1.2 Проводит лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов; работает на аналитическом лабораторном оборудовании; использует автоматизированные системы контроля экологического состояния территорий.

Краткое содержание дисциплины: История становления и развития «Физика биологических систем» как науки. Законы поглощения и рассеяния света веществом. Основы фотоколориметрии и спектрофотометрии. Фотоэлектроколориметр и его использование для определения концентрации растворов. Определение зависимости оптической плотности окрашенных растворов от длины волны. Определение показателя преломления различных растворов при помощи рефрактометра. Определение показателя преломления жидкости методом полного внутреннего отражения. Определение показателя преломления жидкости методом полуцилиндра. Определение коэффициента поверхностного натяжения по методу отрыва кольца. Основы спектрального анализа. Устройство оптического квантового генератора. Определение длины волны излучения лазера. Градуировка спектроскопа и его использование для определения состава веществ. Моделирование системы из большого числа частиц. Определение модуля упругости кости по изгибу. Обнаружение слабой радиоактивности в окружающих человека веществах и определение периода полураспада долгоживущего изотопа.

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа)

Итоговый контроль по дисциплине: зачет