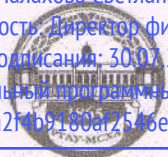


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Малахова Светлана Дмитриевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 30.07.2024 18:22:23  
Уникальный программный ключ:  
cba47a21cb9180a1254bef5354c4938c4a04716d



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА**  
**имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**КАЛУЖСКИЙ ФИЛИАЛ**

Факультет Агротехнологий, инженерии и землеустройства  
Кафедра Механизации сельскохозяйственного производства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. зам. директора по учебной работе  
Т.Н. Пимкина  
«20» 06/2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.06 БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**  
**ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

ФГОС ВО

Специальность: 36.05.01 «Ветеринария»  
Специализации: «Болезни домашних животных», «Репродукция домашних животных»  
Курс: 1  
Семестр: 1  
  
Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная  
Год начала подготовки: 2022

Калуга 2022


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ветеринарный институт – МСХА имени К.А. Тимирязева»  
Разработчик: И.В. Иванов, к.ф-м.н., доцент



16.06 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 36.05.01 «Ветеринария» и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры механизации сельскохозяйственного производства, протокол № 9 от 16.06 2022 г.

Зав. кафедрой  Ф.Л. Чубаров, к.т.н., доцент

16.06 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии по специальности «Ветеринария»



Е.Г. Черёмуха, к.б.н., доцент

20.06 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой ветеринарии и физиологии животных

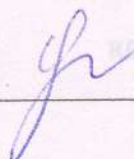


Е.Г. Черёмуха, к.б.н., доцент

20.06 2022 г.

**Проверено:**

Начальник УМЧ



доцент О.А. Окунева

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
ПО СЕМЕСТРАМ .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	23
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	25
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>26</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....</b>	<b>26</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....</b>	<b>27</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>27</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	30
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>31</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.06 «Биологическая физика» для подготовки специалиста по специальности 36.05.01 «Ветеринария», специализации: «Болезни домашних животных», «Репродукция домашних животных»

**Цель освоения дисциплины** «Биологическая физика» при подготовке ветеринарных врачей состоит в формировании представлений, понятий, знаний о фундаментальных законах классической и современной физики и биофизики, навыков применения в профессиональной деятельности физических методов измерений и исследований. Студенты должны ознакомиться с основными физическими процессами в живых организмах, характером влияния внешних физических факторов на организм, а также физическими методами диагностики и лечения животных.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина «Биологическая физика» относится к обязательной части программы обучения по специальности 36.05.01 «Ветеринария» и проводится в 1 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** В результате изучения дисциплины у студентов формируются следующие компетенции:

УК-1 – способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий:

– УК-1.1 – знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа;

– УК-1.2 – уметь получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; собирать и обобщать данные по актуальным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта;

– УК-1.3 – владеть: исследованием проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.

ОПК-1 – способен определять биологический статус и нормативные клинические показатели органов и систем организма животных:

– ОПК-1.1 – знать: технику безопасности и правила личной гигиены при обследовании животных, способы их фиксации; схемы клинического исследования животного и порядок исследования отдельных систем организма; методологию распознавания патологического процесса;

– ОПК-1.2 – уметь собирать и анализировать анамнестические данные, проводить лабораторно-инструментальные, микробиологические и функциональные исследования необходимые для определения биологического статуса животных;

– ОПК-1.3 – владеть практическими навыками по самостоятельному проведению клинического обследования животного с применением классических методов исследований.



**Краткое содержание дисциплины.** Дисциплина «Биологическая физика» содержит следующие разделы: механика и биомеханика, термодинамика и биоэнергетика, электричество и магнетизм, оптика, квантовая физика. В рабочей программе представлены темы каждого раздела, указаны связи с другими дисциплинами, виды занятий, тематика лабораторного практикума и практических занятий, учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение, методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы (108 часов).

**Промежуточный контроль:** зачет.

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Биологическая физика» является освоение студентами теоретических и практических знаний о фундаментальных физических законах, лежащих в основе жизнедеятельности организма, а также в основе действия современной исследовательской, диагностической и лечебной аппаратуры, и приобретение умений и навыков применения физических методов измерений и исследований в профессиональной деятельности. Студенты должны ознакомиться с основными физическими процессами в живых организмах, характером влияния внешних физических факторов на организм, а также физическими методами диагностики и лечения животных.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Биологическая физика» включена в перечень обязательной части учебного плана. Дисциплина «Биологическая физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по специальности 36.05.01 «Ветеринария».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биологическая физика» являются школьные курсы физики, математики и биологии. Поэтому для изучения биофизики в вузе студент должен твердо знать основы этих дисциплин.

Курс биологической физики является основополагающим для изучения следующих дисциплин: физиология животных, этология животных с основами зоопсихологии, кормление животных, физиотерапия, общая и частная хирургия, ветеринарно-санитарная экспертиза, основы научных исследований, клиническая диагностика, лабораторная диагностика, инструментальные методы диагностики, кардиология, ветеринарная радиобиология, безопасность жизнедеятельности.

Особенностью дисциплины является ее базовый характер для большинства предметов. Это обусловлено тем, что фундаментальные физические законы лежат в основе практически всех процессов в живом организме, а также в основе действия современной исследовательской, диагностической и лечебной аппаратуры. Поэтому знания, полученные при

изучении дисциплины «Биологическая физика», далее будут использованы, прежде всего, в профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Биологическая физика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 – знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа	методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области биофизики; основные принципы критического анализа	применять на практике методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области биофизики; основные принципы критического анализа	основными методами и принципами критического анализа при оценке биофизических параметров живого организма
			УК-1.2 – уметь получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; собирать и обобщать данные по актуальным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта	актуальные проблемы биофизики, относящиеся к профессиональной области; алгоритмы поиска и обработки информации	получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; собирать и обобщать данные по актуальным проблемам биофизики, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта	методами анализа, синтеза при получении и обработке информации, касающейся физических процессов в живом организме
			УК-1.3 – владеть: исследованием проблемы профессиональной	основные методы анализа и синтеза для решения проблем биофизической	использовать адекватные методы для решения проблем биофизической	исследованием проблемы профессиональной деятельности

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций	направленности, связанных с диагностикой и лечением животных	направленности, связанных с диагностикой и лечением животных	применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением проблем биофизической направленности и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций
2.	ОПК-1	Способен определять биологический статус и нормативные клинические показатели органов и систем организма животных	ОПК-1.1 – знать: технику безопасности и правила личной гигиены при обследовании животных, способы их фиксации; схемы клинического исследования животного и порядок исследования отдельных систем организма; методологию распознавания	технику безопасности и правила личной гигиены при обследовании животных, способы их фиксации; схемы клинического исследования животного и порядок исследования отдельных систем организма; методологию распознавания патологического процесса	грамотно применять схемы клинического исследования животного, включая технику безопасности, правила личной гигиены, способы фиксации животного	навыками клинического исследования животного и методологией распознавания патологического процесса с применением современного оборудования



№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			патологического процесса			
			ОПК-1.2 – уметь собирать и анализировать анамнестические данные, проводить лабораторно-инструментальные, микробиологические и функциональные исследования необходимые для определения биологического статуса животных	основную физиотерапевтическую и хирургическую аппаратуру, применяемую для диагностики и лечения животных и физические принципы ее работы	собирать и анализировать анамнестические данные, проводить лабораторно-инструментальные, микробиологические и функциональные исследования необходимые для определения биологического статуса животных	методами обработки результатов лабораторно-инструментальных, микробиологических и функциональных исследований

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			ОПК-1.3 – владеть практическими навыками по самостоятельному проведению клинического обследования животного с применением классических методов исследований	основные физические методы диагностики и лечения животных	применять на практике физические методы диагностики и другие классические методы клинического обследования животного	практическими навыками по самостоятельному проведению клинического обследования животного с применением классических методов исследований

## ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам
		1
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	6	6
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	8	8
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	91	91
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	<b>3</b>	<b>3</b>
Вид промежуточного контроля:		зачет

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2в

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам
		1
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	6	6
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>95</b>	<b>95</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	95	95
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	<b>3</b>	<b>3</b>
Вид промежуточного контроля:		зачет

## 4.2 Содержание дисциплины

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 1 «Механика и биомеханика»	24	4	8	12
Раздел 2 «Термодинамика и биоэнергетика»	24	4	8	12
Раздел 3 «Электричество и магнетизм»	24	4	8	12
Раздел 4 «Оптика»	24	4	8	12
Раздел 5 «Квантовая физика»	12	2	4	6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>

### Раздел 1. Механика и биомеханика

#### Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика

Гармонические колебания и их характеристики. Затухающие и вынужденные колебания. Механические волны. Физические характеристики звуковых волн. Восприятие звука, закон Вебера – Фехнера. Инфразвук и ультразвук и их действие на живой организм.

#### Тема 2. Гидродинамика и гемодинамика

Стационарное движение идеальной жидкости, уравнение Бернулли. Вязкость жидкости, формула Стокса. Течение вязкой жидкости по горизонтальной трубе, формула Пуазейля. Элементы гемодинамики.

### Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика

#### Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия

Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы. Первое начало термодинамики, теплоемкость. Второе начало термодинамики, энтропия. Энергетический баланс живого организма. Энтропия и живой организм.

#### Тема 4. Явления переноса. Осмос

Теплопроводность и конвекция. Диффузия. Осмос и осмотическое давление. Значение осмоса для живых организмов.

### Раздел 3. Электричество и магнетизм

#### Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм

Закон Ома, закон Джоуля – Ленца. Электродвижущая сила. Электрический ток в различных средах. Действие постоянного электрического тока на живой организм. Физические принципы электрокардиографии.

#### Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм

Электромагнитная индукция. Переменный ток. Действие переменного тока на живой организм.

### Раздел 4. Оптика

#### Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия

Законы геометрической оптики. Тонкие линзы, микроскоп. Основные фотометрические характеристики.

#### Тема 8. Волновая оптика. Тепловое излучение

Физические явления, связанные с волновыми свойствами света. Тепловое излучение. Ультрафиолетовое излучение и его действие на живой организм. Глаз и зрение.

## **Раздел 5. Квантовая физика**

### **Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность**

Кванты света, фотоэффект. Лазеры и их применение в биологии, медицине и ветеринарии. Элементы фотобиологии. Квантовая модель атома водорода. Энергетический спектр атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Антиоксиданты. Энергия связи. Ядерные реакции. Радиоактивный распад. Метод меченых атомов в биологических исследованиях. Негативное действие радиоактивного излучения на живые организмы.

## **ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3б

### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 1 «Механика и биомеханика»	24	2		22
Раздел 2 «Термодинамика и биоэнергетика»	24	2	2	20
Раздел 3 «Электричество и магнетизм»	24	2	2	20
Раздел 4 «Оптика»	24		2	22
Раздел 5 «Квантовая физика»	12		2	10
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>94</b>

## **ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3в

### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	
Раздел 1 «Механика и биомеханика»	24	2		22
Раздел 2 «Термодинамика и биоэнергетика»	24	2		22
Раздел 3 «Электричество и магнетизм»	24		2	22
Раздел 4 «Оптика»	24		2	22
Раздел 5 «Квантовая физика»	12		2	10
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>98</b>

## **4.3 Лекции/практические/ занятия**

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4а

**Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>12</b>
	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Лекция № 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 1. Физический и математический маятники. Гармонические колебания и их характеристики. Затухающие и вынужденные колебания, резонанс. Физические характеристики звуковых волн. Восприятие звука, закон Вебера – Фехнера	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 2. Лабораторная работа: Определение шумовых характеристик помещения	УК-1 ОПК-1	защита	2
	Тема 2. Гидродинамика и гемодинамика	Лекция № 2. Гидродинамика и гемодинамика	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 3. Стационарное движение идеальной жидкости, уравнение Бернулли. Вязкость жидкости, формула Стокса. Течение вязкой жидкости по горизонтальной трубе, формула Пуазейля. Принцип работы кровеносной системы	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 4. Лабораторная работа: Измерение давления крови и пульса человека	УК-1 ОПК-1	защита, к/р по разделу 1	2
2.	<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>12</b>
	Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	Лекция № 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 5. Первое и второе начала термодинамики, энтропия. Энергетический баланс живого организма. Энтропия и живой организм	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 6. Лабораторная работа: Определение количества теплоты, полученного веществом	УК-1 ОПК-1	защита	2
	Тема 4. Явления переноса. Осмос	Лекция № 4. Явления переноса. Осмос	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 7. Теплопроводность. Диффузия. Осмос и осмотическое давление.	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Значение осмоса для живых организмов			
		ПЗ № 8. Лабораторная работа: Оценка теплового потока через кожу человека	УК-1 ОПК-1	защита, к/р по разделу 2	2
3.	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>12</b>
	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	Лекция № 5. Постоянный электрический ток	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 9. Закон Ома. Закон Фарадея для электролиза. Электрофорез как метод активной терапии. Закон Джоуля – Ленца. Физические принципы электрокардиографии	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 10. Лабораторная работа: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	УК-1 ОПК-1	защита	2
	Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм	Лекция № 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 11. Переменный ток и его действие на живой организм	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 12. Лабораторная работа: Экспериментальная проверка закона Ома для цепи переменного тока	УК-1 ОПК-1	защита, к/р по разделу 3	2
4.	<b>Раздел 4. Оптика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>12</b>
	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	Лекция № 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 13. Законы геометрической оптики. Тонкие линзы, микроскоп. Основные фотометрические характеристики	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 14. Лабораторная работа: Измерение фотометрических характеристик помещения в зависимости от режимов освещения	УК-1 ОПК-1	защита	2
	Тема 8. Волновая оптика. Тепловое излучение	Лекция № 8. Волновая оптика. Тепловое излучение	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 15. Разрешающая способность оптических приборов. Тепловое излучение	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 16. Лабораторная работа:	УК-1	защита,	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Определение разрешающей способности сухого и иммерсионного объектива микроскопа	ОПК-1	тестирование по разделу 4	
5.	<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>6</b>
	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность	Лекция № 9. Элементы физики микрочастиц	УК-1 ОПК-1	опрос	2
		ПЗ № 17. Кванты света, фотоэффект. Лазеры и их применение в биологии, медицине и ветеринарии. Поглощение света веществом. Фотобиологические реакции. Механизм свободнорадикального окисления. Виртуальный практикум: Спектр атома водорода	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
		ПЗ № 18. Радиоактивный распад. Метод меченых атомов в биологических исследованиях. Негативное действие радиоактивного излучения на живые организмы. Лабораторная работа: Измерение радиационного фона в помещении и на территории	УК-1 ОПК-1	защита, к/р по разделу 5	2

### ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 46

#### Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Лекция № 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	УК-1 ОПК-1	опрос, к/р по разделу 1	2
2.	<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>4</b>
	Тема 3. Первое и	Лекция № 2. Первое и второе начала термодинамики.	УК-1 ОПК-1	опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	второе начала термодинамики. Энтропия	Энтропия			
	Тема 4. Явления переноса. Осмос	ПЗ № 1. Теплопроводность. Диффузия. Осмос и осмотическое давление. Значение осмоса для живых организмов	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, к/р по разделу 2	2
3.	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>4</b>
	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	Лекция № 3. Закон Ома. Закон Фарадея для электролиза. Закон Джоуля – Ленца. Расчет стоимости израсходованной электроэнергии	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос	2
	Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм	ПЗ № 2. Переменный ток и его действие на живой организм	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, к/р по разделу 3	2
4.	<b>Раздел 4. Оптика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	ПЗ № 3. Законы геометрической оптики. Тонкие линзы, микроскоп. Фотометрия	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, тестирование по разделу 4	2
5.	<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность	ПЗ № 4. Кванты света, фотоэффект. Лазеры и их применение в биологии. Фотобиологические реакции. Ядерные реакции, радиоактивность. Метод меченых атомов в сельском хозяйстве	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, к/р по разделу 5	2

**ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 4в

**Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ практических занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
1.	<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Лекция № 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	УК-1 ОПК-1	опрос, <b>к/р по разделу 1</b>	2
2.	<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	Лекция № 2. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	УК-1 ОПК-1	опрос, <b>к/р по разделу 2</b>	2
3.	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	ПЗ № 1. Закон Ома. Закон Фарадея для электролиза. Закон Джоуля – Ленца. Расчет стоимости израсходованной электроэнергии	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, <b>к/р по разделу 3</b>	2
4.	<b>Раздел 4. Оптика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	ПЗ № 2. Законы геометрической оптики. Тонкие линзы, микроскоп. Фотометрия	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, <b>тестирование по разделу 4</b>	2
5.	<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		<b>УК-1 ОПК-1</b>		<b>2</b>
	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме.	ПЗ № 3. Кванты света, фотоэффект. Лазеры и их применение в биологии. Фотобиологические реакции. Ядерные реакции, радиоактивность. Метод меченых атомов в сельском хозяйстве	УК-1 ОПК-1	проверка д/з, опрос, <b>к/р по разделу 5</b>	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность				

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		
1.	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Источники звуковых волн в природе и технике. Принцип действия слухового аппарата человека и с/х животных. Влияние повышенных шумов на с/х животных. Действие инфразвука на живые организмы. Методы ультразвуковой диагностики в медицине, ветеринарии и биотехнологии (УК-1, ОПК-1)
2.	Тема 2. Гидродинамика и гемодинамика	Гидростатика. Физические свойства крови и закономерности ее движения в сосудистой системе. Сердце как механический насос (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		
3.	Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы. Адиабатический процесс (УК-1, ОПК-1)
4.	Тема 4. Явления переноса. Осмос	Конвекция. Примеры явлений переноса в окружающей среде и в живых организмах. Примеры осмотического эффекта в живых организмах (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		
5.	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	Применение постоянного электрического тока в медицине и ветеринарии. Характер воздействия постоянного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
6.	Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм	Электромагнитная индукция. Применение переменного электрического тока в медицине и ветеринарии. Характер воздействия переменного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 4. Оптика</b>		
7.	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	Примерные нормы освещенности на с/х объектах (УК-1, ОПК-1)
8.	Тема 8. Волновая оптика. Тепловое излучение	Классификация электромагнитных волн. Глаз как оптическая система. Ультрафиолетовое излучение и его действие на живой организм (УК-1, ОПК-1)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		
9.	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность	Лазеры и их применение в медицине и ветеринарии. Рентгеновское излучение и его применение в диагностической практике. Свободные радикалы, их возникновение в организме и действие на организм. Свободнорадикальная патология и методы борьбы с ней. Использование радиоактивных изотопов в диагностике и лечении (УК-1, ОПК-1)

## ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5б

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		
1.	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Источники звуковых волн в природе и технике. Принцип действия слухового аппарата человека и с/х животных. Влияние повышенных шумов на с/х животных. Действие инфразвука на живые организмы. Методы ультразвуковой диагностики в медицине, ветеринарии и биотехнологии (УК-1, ОПК-1)
2.	Тема 2. Гидродинамика и гемодинамика	Гидростатика. Основные уравнения гидродинамики. Физические свойства крови и закономерности ее движения в сосудистой системе. Сердце как механический насос (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		
3.	Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы. Адиабатический процесс (УК-1, ОПК-1)
4.	Тема 4. Явления переноса. Осмос	Теплопроводность и диффузия. Осмос. Примеры явлений переноса в окружающей среде и в живых организмах. Примеры осмотического эффекта в живых организмах (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		
5.	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	Применение постоянного электрического тока в медицине и ветеринарии. Характер воздействия постоянного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
6.	Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм	Электромагнитная индукция. Переменный ток. Применение переменного электрического тока в медицине и ветеринарии. Характер воздействия переменного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 4. Оптика</b>		
7.	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	Законы геометрической оптики. Тонкие линзы и их характеристики. Микроскоп. Фотометрические характеристики. Примерные нормы освещенности



№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		на с/х объектах (УК-1, ОПК-1)
8.	Тема 8. Волновая оптика. Тепловое излучение	Явления, связанные с волновыми свойствами света. Классификация электромагнитных волн. Глаз как оптическая система. Ультрафиолетовое излучение и его действие на живой организм (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		
9.	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность	Лазеры и их применение в медицине и ветеринарии. Рентгеновское излучение и его применение в диагностической практике. Свободные радикалы, их возникновение в организме и действие на организм. Свободнорадикальная патология и методы борьбы с ней. Использование радиоактивных изотопов в диагностике и лечении (УК-1, ОПК-1)

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5в

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Механика и биомеханика</b>		
10.	Тема 1. Механические колебания. Акустика и биоакустика	Источники звуковых волн в природе и технике. Принцип действия слухового аппарата человека и с/х животных. Влияние повышенных шумов на с/х животных. Действие инфразвука на живые организмы. Методы ультразвуковой диагностики в медицине, ветеринарии и биотехнологии (УК-1, ОПК-1)
11.	Тема 2. Гидродинамика и гемодинамика	Гидростатика. Основные уравнения гидродинамики. Физические свойства крови и закономерности ее движения в сосудистой системе. Сердце как механический насос (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 2. Термодинамика и биоэнергетика</b>		
12.	Тема 3. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия	Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы. Адиабатический процесс (УК-1, ОПК-1)
13.	Тема 4. Явления переноса. Осмос	Теплопроводность и диффузия. Осмос. Примеры явлений переноса в окружающей среде и в живых организмах. Примеры осмотического эффекта в живых организмах (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>		
14.	Тема 5. Постоянный электрический ток и его действие на организм	Применение постоянного электрического тока в медицине и ветеринарии. Характер воздействия постоянного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
15.	Тема 6. Электромагнитная индукция. Переменный ток и его	Электромагнитная индукция. Переменный ток. Применение переменного электрического тока в

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	действие на организм	медицине и ветеринарии. Характер воздействия переменного тока на организм (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 4. Оптика</b>		
16.	Тема 7. Геометрическая оптика. Фотометрия	Законы геометрической оптики. Тонкие линзы и их характеристики. Микроскоп. Фотометрические характеристики. Примерные нормы освещенности на с/х объектах (УК-1, ОПК-1)
17.	Тема 8. Волновая оптика. Тепловое излучение	Явления, связанные с волновыми свойствами света. Классификация электромагнитных волн. Глаз как оптическая система. Ультрафиолетовое излучение и его действие на живой организм (УК-1, ОПК-1)
<b>Раздел 5. Квантовая физика</b>		
18.	Тема 9. Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность	Лазеры и их применение в медицине и ветеринарии. Рентгеновское излучение и его применение в диагностической практике. Свободные радикалы, их возникновение в организме и действие на организм. Свободнорадикальная патология и методы борьбы с ней. Использование радиоактивных изотопов в диагностике и лечении (УК-1, ОПК-1)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Тема 1. «Механические колебания. Акустика и биоакустика»	ПЗ	Работа с интерактивной моделью «свободное падение» из обучающей программы 9.1. Ситуационная задача
2.	Тема 2. «Гидродинамика и гемодинамика»	Л	Работа с интерактивной моделью «течение жидкости в горизонтальной трубе» из обучающей программы 9.1. Ситуационная задача
3.	Тема 3. «Первое и второе начала термодинамики. Энтропия» Практическое занятие «Определение тепловой мощности человека»	ПЗ	Ситуационная задача с использованием компьютеризированных средств сбора и обработки информации с датчиков температуры
4.	Тема 5. «Постоянный электрический ток и его действие на организм»	ПЗ	Виртуальный практикум по расчету электрических цепей с помощью правил Кирхгофа из обучающей программы 9.1. Ситуационная задача
5.	Тема 8. «Геометрическая оптика»	Л	Виртуальный практикум по построениям изображений в тонких линзах из обучающей программы 9.1. Ситуационная задача
6.	Тема 9. «Волновая оптика. Тепловое излучение»	ПЗ	Работа с интерактивными моделями по волновой оптике из обучающей программы 9.1. Обзорная дискуссия

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовой вариант контрольной работы.

1. Для лечения мастита на вымя накладывают парафиновую аппликацию при температуре  $t_2 = 70^\circ\text{C}$ . Удельная теплоемкость парафина  $c = 3,23 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ . Какую массу парафина надо взять, если для проведения процедуры необходимо передать вымени количество теплоты  $Q = 185 \text{ кДж}$ ? Температура вымени  $t_1 = 38^\circ\text{C}$ .
2. Изотоническими называют растворы, имеющие одинаковое осмотическое давление. Являются ли изотоническими 0,9%-ный раствор хлористого натрия и 5%-ный раствор глюкозы? Хлорид натрия полностью диссоциирован.
3. Энергозатраты на 1 л молока у коровы 10 МДж. Сколько сена необходимо в год для содержания коровы, которая дает 3000 л молока в год? Удельная обменная энергия сена 6,85 МДж/кг. Энергетический КПД процесса производства молока в организме коровы 20%.
4. Определить количество теплоты, теряемое через бетонные стены родильного отделения КРС за  $\tau = 1$  мин, если в помещении отделения температура стен  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ , а снаружи  $t_2 = -10^\circ\text{C}$ . Толщина стен  $l = 25$  см. Суммарная площадь поверхности стен  $S = 50 \text{ м}^2$ .

Типовые тестовые задания.

1. Предел разрешения микроскопа с использованием иммерсионной жидкости \_\_\_\_\_ (увеличивается, уменьшается, не меняется).
2. Укажите буквами фотобиологические реакции, свойственные растениям (р), животным и человеку (ж), а также и растениям, и животным (рж):  
фотопериодизм ( ) зрение ( )  
фототропизм ( ) биолюминесценция ( )  
фотосинтез ( ) образование витамина D ( )
3. Наименьшую биологическую активность (практически не участвуют в процессе фотосинтеза) имеют лучи \_\_\_\_\_ цвета.
4. Наибольшую биологическую активность (максимально участвуют в процессе фотосинтеза) имеют лучи \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ цветов.
5. Реакция бактерий на свет – это ( ).
6. Запишите структурные части атома.
7. Энергия ионизации атома водорода равна \_\_\_\_\_ эВ.
8. Законы, выполняющиеся в ядерных реакциях: \_\_\_\_\_.
9. Виды радиоактивности: \_\_\_\_\_.
10. При облучении живых организмов рентгеновским или гамма излучением в клетках происходит ионизация атомов и молекул. Какая энергия необходима для ионизации атома водорода, если энергия основного состояния этого атома 13,6 эВ? Ответ дайте в эВ.

Вопросы к устному опросу (текущий контроль).

1. Найдите давление, действующее на рыб на десятиметровой глубине.
2. Сформулируйте закон Архимеда. Будет ли он выполняться на орбитальной космической станции? Ответ обоснуйте.
3. Несколько лет назад в Калужской области произошел следующий случай: корову, провалившуюся в неглубокий колодец, спасли пожарные «с помощью» закона Архимеда. Как они это сделали?
4. Почему скорость крови в капиллярах много меньше, чем в артериях?
5. Выведите уравнение Бернулли и приведите примеры его применения.
6. С помощью уравнения Бернулли выведите формулу для работы и мощности сердца.

7. Как называются величины, входящие в уравнение для силы вязкого трения?
8. Какие жидкости называются ньютоновскими, а какие неньютоновскими? К каким из них относится кровь?
9. Какие силы действуют на всплывающие в молоке жировые шарики?
10. Нарисуйте профиль скорости течения жидкости в трубе и выведите формулу объемного расхода жидкости.
11. Что такое гидродинамическое сопротивление? Как изменится гидродинамическое сопротивление водопроводной трубы, если на кран поставить сетчатый фильтр? Как это повлияет на расход воды?
12. Объясните механизм работы системы кровообращения.
13. Почему кошки и собаки не могут долго находиться в вертикальном положении?
14. Как зависит мощность сердца от массы животного?
15. Как измеряют артериальное давление?

### Вопросы к зачету

1. Гармонические колебания и их характеристики. Физический и математический маятник
2. Затухающие и вынужденные колебания
3. Механические волны
4. Физические характеристики звуковых волн. Эффект Доплера и его применение
5. Восприятие звука
6. Инфразвук и ультразвук. Использование ультразвука в медицине, ветеринарии и биотехнологии
7. Гидростатическое давление жидкости. Закон Архимеда
8. Стационарное движение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли
9. Вязкость жидкости. Формула Стокса
10. Течение вязкой жидкости в горизонтальной трубе. Формула Пуазейля
11. Основы гемодинамики (физические свойства крови и закономерности ее движения в сердечно-сосудистой системе)
12. Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы
13. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Адиабатический процесс
14. Второе начало термодинамики. Энтропия
15. Энергетический баланс живого организма. Энтропия и живой организм
16. Явления переноса: теплопроводность и конвекция, диффузия
17. Осмос. Примеры осмотического эффекта в живых организмах
18. Закон Ома для участка цепи. Закон Джоуля – Ленца
19. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи
20. Электрический ток в различных средах
21. Действие постоянного электрического тока на живой организм
22. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца
23. Переменный ток
24. Действие переменного тока на живой организм
25. Природа света. Распространение световых волн (принцип Гюйгенса)
26. Законы геометрической оптики
27. Тонкие линзы и их характеристики. Микроскоп
28. Основные фотометрические характеристики
29. Физические явления, связанные с волновыми свойствами света
30. Тепловое излучение и его действие на организм
31. Ультрафиолетовое излучение и его действие на организм
32. Глаз и зрение
33. Кванты света. Фотоэффект
34. Лазеры и их применение в биологии и ветеринарии
35. Фотобиологические процессы

36. Квантовая модель атома
37. Свободнорадикальные процессы в организме. Биоантиокислители (антиоксиданты)
38. Строение атомного ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность. Использование радиоактивных изотопов в диагностике и лечении

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### Критерии оценивания результатов обучения

#### Зачет

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями. Умения и навыки применяются студентом для решения практических задач с незначительными ошибками, исправляемыми студентом самостоятельно.
незачтено	теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, из предусмотренных программой обучения учебных заданий либо выполнено менее 60%, либо содержит грубые ошибки, приводящие к неверному решению; Умения и навыки студент не способен применить для решения практических задач.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. *Зобенко В.Я.* Краткий курс биологической физики. – Саратов: IPR Media, 2018. – 229 с. Эл. версия на сайте ЭБС <http://www.iprbookshop.ru/69314.html>
2. *Иванов И.В.* Основы физики и биофизики. – С-Пб.: Лань, 2012. – 208 с.
3. *Иванов И.В.* Сборник задач по курсу основы физики и биофизики. – С-Пб.: Лань, 2012. – 128 с.
4. *Иванов И.В., Петракова Н.С.* Физические методы диагностики и лечения в ветеринарии. – Калуга, 2012. – 43 с.
5. *Ливенцев, Н. М.* Курс физики : учебник / Н. М. Ливенцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1240-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210782>

### 7.2 Дополнительная литература

1. *Белановский А.С.* Основы биофизики в ветеринарии. – М.: Дрофа, 2007. – 332 с.
2. *Вертьянов С.Ю.* Общая биология. Под ред. академика РАН Ю.П. Алтухова. – М.: Свято-Троицкая Сергиева Лавра, 2006. – 352 с.
3. *Волькенштейн, М. В.* Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-

0851-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210956>

4. Журавлев А.И., Белановский А.С. и др. Основы физики и биофизики. – М.: Мир, 2008. – 384 с.

5. Енохович А.С. Справочник по физике и технике. – М.: Просвещение, 1989. – 224 с.

6. Каку М. Физика будущего. М.: Альпина нон-фикшн, 2018. – 584 с.

7. Плутахин, Г. А. Биофизика : учебное пособие / Г. А. Плутахин, А. Г. Кошаев. — 2-е изд., перераб., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1332-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211001>

8. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию. – М.: Мир, 2002. – 142 с.

9. Сергеев Б.Ф. Занимательная физиология. – М.: Молодая Гвардия, 1969. – 335 с.

10. Тинберген Н. Поведение животных. – М.: Мир, 1978. – 195 с.

11. Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике. – М.: Наука, 1984. – 383 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

Нормативные правовые акты при изучении дисциплины не требуются.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Иванов И.В. Руководство к лабораторным работам по физике. – Калуга: КФ РГАУ-МСХА, 2009. – 48 с.

2. Иванов И.В. Методические указания по изучению дисциплины «Биологическая физика» для студентов по специальности 36.05.01 «Ветеринария». – Калуга: КФ РГАУ-МСХА, 2019. – 20 с.

3. Иванов И.В. Руководство к лабораторным работам по биологической физике. – Калуга: КФ РГАУ-МСХА, 2019. – 42 с.

4. Олейник А.И., Родкина Л.Р., Шавлюгин А.И., Шмакова Е.Э. Физика: лабораторный практикум. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005. – 100 с.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>.

2. Научно-популярный журнал по физике и биологии «Потенциал» <http://www.potential.ru>.

### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Обучающие компьютерные программы «Открытая физика 1.1» и «Открытая физика 2.5» для проведения физического практикума в группах и



самостоятельной работы студентов (© ООО «Физикон», г. Долгопрудный, 2002, 2003).

2. Обучающая компьютерная программа «Открытая биология 2.5» для сопровождения лекционного курса и самостоятельной работы студентов (© ООО «Физикон», г. Долгопрудный, 2003).

3. Компьютерная программа для проверки остаточных знаний (тестирования) студентов по биофизике (© И.В. Иванов, 2011).

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	Microsoft PowerPoint	Программа подготовки презентаций	Microsoft	2006 (версия Microsoft PowerPoint 2007)
2	Все разделы	Microsoft Word	Текстовый редактор	Microsoft	2006 (версия Microsoft PowerPoint 2007)

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория (каб. № 101н)	Стационарное мультимедийное оборудование
Лаборатория физики (каб. № 334н)	Портативная метеостанция (1 шт.); компьютеризированный цифровой прибор ПКЦ-3К с методическим обеспечением (1 шт.); компьютер (1 шт.); комплекты лабораторных работ по механике (10 шт.) и электродинамике (10 шт.) с методическим обеспечением.
Ветеринарная клиника	Диагностическое и лечебное оборудование: аппарат УЗИ, электрокардиограф, стерилизатор, микроскоп, рентгеновский аппарат

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

### Раздел 1 «Механика и биомеханика»

#### Тема 1. «Механические колебания. Акустика и биоакустика»

- Особо тщательно следует разобраться в характеристиках звуковых волн – это основа понимания вопросов биоакустики. Необходимо повторить или выучить заново устройство слухового аппарата высших животных, принцип

восприятия звука и понять закон Вебера – Фехнера. Для закрепления материала можно поработать с интерактивной моделью распространения механических волн из программы 9.1 и моделью слухового аппарата из программы 9.2.

- Необходимо запомнить и понять основные ультразвуковые методы диагностики, терапии и хирургии в ветеринарии.

Тема 2. «Гидродинамика и гемодинамика»

- Необходимо понять основные законы гидродинамики и уметь их использовать для объяснения работы кровеносной системы. Особое внимание обратить на принцип работы сердца, как механического насоса, а также на методы измерения давления и пульса у человека и животных. Для закрепления материала можно использовать интерактивную модель работы кровеносной системы рыбы, птицы и млекопитающего из программы 9.2.

## *Раздел 2 «Термодинамика и биоэнергетика»*

Тема 3. «Первое и второе начала термодинамики. Энтропия»

- Необходимо выучить формулировки первого и второго начал термодинамики и уметь использовать их для описания процессов в окружающей среде и живом организме. При этом нужно понять принцип действия тепловой машины и уметь применять его к живому организму, уделяя особое внимание энергетическому балансу организма.
- Необходимо осмыслить понятие энтропии и уметь применять его к процессам в живом организме и окружающей среде.

Тема 4. «Явления переноса. Осмос»

- Необходимо понимать сущность теплопроводности и диффузии и уметь приводить примеры протекания этих явлений в живых организмах: регуляция теплоотдачи организма, тепловые методы лечения животных, роль диффузии в питании и дыхании организмов.
- Необходимо понять сущность осмоса и изучить осмотический эффект в организмах бактерий, грибов, растений и животных. Этот вопрос требует особого внимания, т.к. благодаря осмосу идет водный обмен между внутри- и внеклеточной средами любого организма.

## *Раздел 3 «Электричество и магнетизм»*

Тема 5. «Постоянный электрический ток и его действие на организм»

- Необходимо выучить закон Ома, а также понять, как протекает ток в различных средах. С помощью закона электролиза уметь объяснять электрофорез.
- Необходимо понять механизм протекания постоянного тока в организме и знать основные электрофизиологические процедуры на постоянном токе.
- Обязательно нужно понять физическую сущность электрокардиографии.

Тема 6. «Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм»

- Необходимо выучить закон электромагнитной индукции Фарадея и с его помощью объяснять принцип работы источников переменного тока.
- Необходимо понять закон Ома для цепи переменного тока и уметь применять его для объяснения механизма протекания переменного тока в организме.

- Обязательно знать основные электрофизиологические процедуры на переменном токе.
- Обязательно знать, как влияет постоянный и переменный ток на организм человека и животных (физиологическая реакция в зависимости от величины силы тока), ориентироваться в допустимых и недопустимых величинах силы тока при проведении электрофизиологических процедур.

#### *Раздел 4 «Оптика»*

##### Тема 7. «Геометрическая оптика. Фотометрия»

- Необходимо выучить законы геометрической оптики, знать основные характеристики тонких линз и разобраться в принципе действия оптического микроскопа. Для закрепления материала можно поработать с интерактивной моделью микроскопа из программы 9.1.
- Необходимо знать основные фотометрические характеристики и понимать, как они используются в ветеринарной практике.

##### Тема 8. «Волновая оптика. Тепловое излучение»

- Необходимо понять явления, связанные с волновыми свойствами света: дисперсию, поляризацию, интерференцию, дифракцию и рассеяние. Разобраться, что такое разрешающая способность оптических инструментов. Для закрепления материала можно использовать интерактивные модели указанных явлений из программы 9.1.
- Необходимо понимать природу ультрафиолетового и теплового излучений и знать, как они применяются в терапии и биотехнологии.
- Обязательно нужно «разобрать» оптическую систему глаза: строение; ход лучей в здоровом, близоруком и дальнозорком глазе; спектральную чувствительность и разрешающую способность глаза. Для закрепления материала можно поработать с интерактивными моделями глаза из программ 9.1 и 9.2.

#### *Раздел 5 «Квантовая физика»*

##### Тема 9. «Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность»

- Необходимо понимать природу светового излучения, принцип работы лазера и иметь представление о его применении в терапии, хирургии и биотехнологии. Для закрепления материала можно использовать интерактивную модель лазера из программы 9.1.
- Для понимания процессов излучения и поглощения атомов и молекул необходимо уяснить основные положения современной теории строения атома. Для закрепления материала можно использовать интерактивную модель атома водорода из программы 9.1.
- Особое внимание стоит уделить механизму свободнорадикального окисления в организме: понимать, что такое свободные радикалы, как они появляются, какую позитивную и негативную роль играют в организме. Кроме того, иметь представление о свободнорадикальной патологии и средствах борьбы с ней.

- Необходимо вспомнить строение ядра атома, уяснить, как найти энергию связи нуклонов в ядре и энергию, выделяющуюся или поглощающуюся в ядерных реакциях.
- Рекомендуется повторить виды радиоактивности, проанализировать закон радиоактивного распада. Особое внимание уделить применению радиоактивных изотопов в диагностике и лечении, а также негативному влиянию радиоактивного излучения на живые организмы.

### *Общие рекомендации*

Курс биологической физики достаточно объемный, однако рассчитан на один семестр, поэтому самостоятельные занятия должны быть довольно интенсивными.

Подготовка к текущим практическим занятиям заключается в изучении лекции для подготовки к опросу и выполнения домашнего задания. В среднем на это требуется 2-3 часа в зависимости от объема и уровня сложности темы. Для подготовки к контрольной работе или тесту требуется в среднем 4 часа.

Особенностью данной дисциплины является тесная связь физических явлений с биологическими объектами: большинство процессов, происходящих в живом организме, имеют физическую природу. Поэтому, разбирая каждую тему, необходимо, во-первых, понять физические законы или формулы и, во-вторых, научиться их использовать для описания процессов в живом организме.

Наиболее тщательного рассмотрения требуют вопросы, касающиеся физических методов диагностики и лечения животных: ультразвуковые исследования, ультразвуковая терапия и хирургия, фонофорез, измерение артериального давления, прогревание с помощью различных аппликаций, электрофизиологические процедуры, облучение инфракрасным и ультрафиолетовым излучением, лазерная терапия и хирургия, метод меченых атомов и др. Все эти вопросы можно найти в соответствующих разделах и темах. Необходимо помнить, что в ветеринарной практике любой врач встретится если не со всеми, то с большинством из этих методов.

Для уяснения материала желательно пользоваться обучающими компьютерными программами по физике и биологии из п. 9, которые содержат помимо теоретической информации большое количество интерактивных моделей.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия обязан его отработать. Отработка занятий осуществляется в соответствии с графиком консультаций.

Пропуск лекционного занятия студент отрабатывает самостоятельно и представляет ведущему преподавателю конспект лекций по пропущенным занятиям.

Пропуск практического занятия студент отрабатывает под руководством ведущего преподавателя дисциплины.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

### *Раздел 1 «Механика и биомеханика»*

#### Тема 1. «Механические колебания. Акустика и биоакустика»

- Целесообразно рассказать о природе и характеристиках звуковых волн: привести примеры источников звука в природе и технике, рассказать о распространении звуковых волн в различных средах, повторить устройство слухового аппарата высших животных и объяснить закон восприятия звука. Для закрепления материала можно показать интерактивную модель распространения механических волн из программы 9.1.
- Особое внимание следует уделить ультразвуковым методам диагностики, терапии и хирургии в ветеринарии. При этом объяснить принципы действия различных УЗ-приборов.

#### Тема 2. «Гидродинамика и гемодинамика»

- Необходимо изучить основные законы гидродинамики и применить их для объяснения работы кровеносной системы. Особое внимание обратить на принцип работы сердца, как механического насоса, а также на методы измерения давления и пульса у человека и животных. Для закрепления материала можно показать интерактивную модель работы кровеносной системы рыбы, птицы и млекопитающего из программы 9.2.

### *Раздел 2 «Термодинамика и биоэнергетика»*

#### Тема 3. «Первое и второе начала термодинамики. Энтропия»

- Рекомендуется сформулировать первое начало термодинамики и провести демонстрационный опыт: измерение в реальном времени температуры нагревающейся воды с записью данных с датчиков температуры на компьютер и одновременным построением графика зависимости температуры от времени на экране. По окончании опыта проанализировать результаты и рассчитать количество теплоты, полученное водой.
- Необходимо привести три формулировки второго начала термодинамики. При этом обязательно объяснить принцип действия тепловой машины и рассмотреть живой организм как тепловую машину, уделяя особое внимание энергетическому балансу живого организма.
- Необходимо дать понятие энтропии и применить его к процессам в живом организме и окружающей среде.

#### Тема 4. «Явления переноса. Осмос»

- Необходимо объяснить сущность теплопроводности и диффузии и привести примеры протекания этих явлений в живых организмах: регуляция теплоотдачи организма, тепловые методы лечения животных, роль диффузии в питании и дыхании организмов.
- Необходимо объяснить сущность осмоса и рассмотреть осмотический эффект в организмах бактерий, грибов, растений и животных. Этот вопрос требует особого внимания, т.к. благодаря осмосу идет водный обмен между внутри- и внеклеточной средами любого организма.

### *Раздел 3 «Электричество и магнетизм»*

#### Тема 5. «Постоянный электрический ток и его действие на организм»

- Рекомендуется сформулировать закон Ома и правила Кирхгофа, рассмотреть ток в различных средах и вывести закон электролиза. Можно провести виртуальный практикум на закон Ома для замкнутой цепи по программе 9.1.
- Необходимо объяснить механизм протекания постоянного тока в организме и привести примеры электрофизиологических процедур на постоянном токе.
- Особое внимание нужно уделить физическим основам электрокардиографии.  
Тема 6. «Электромагнитная индукция. Переменный ток и его действие на организм»
- Необходимо объяснить закон электромагнитной индукции Фарадея.
- Рекомендуется рассказать об источниках переменного тока и вывести закон Ома для цепи переменного тока.
- Необходимо объяснить механизм протекания переменного тока в организме и привести примеры электрофизиологических процедур на переменном токе.
- Обязательно напомнить, как влияет постоянный и переменный ток на организм человека и животных (физиологическая реакция в зависимости от величины силы тока), привести допустимые и недопустимые значения силы тока при проведении электрофизиологических процедур

#### *Раздел 4 «Оптика»*

##### *Тема 7. «Геометрическая оптика. Фотометрия»*

- Необходимо сформулировать законы геометрической оптики, рассказать о характеристиках тонких линз, уделяя особое внимание принципу действия оптического микроскопа. Для закрепления материала можно показать интерактивную модель микроскопа из программы 9.1.
- Необходимо привести основные фотометрические характеристики и указать, как они используются в ветеринарной практике.

##### *Тема 8. «Волновая оптика. Тепловое излучение»*

- Целесообразно рассмотреть явления, связанные с волновыми свойствами света: дисперсию, поляризацию, интерференцию, дифракцию и рассеяние. Обязательно дать понятие разрешающей способности оптических инструментов. Для закрепления материала можно показать интерактивные модели указанных явлений из программы 9.1.
- Необходимо рассказать о природе ультрафиолетового и теплового излучений и их применении в терапии и биотехнологии.
- Обязательно нужно рассказать о глазе, как об оптической системе: напомнить строение; ход лучей в здоровом, близоруком и дальнозорком глазе; спектральную чувствительность и разрешающую способность глаза. Для закрепления материала можно показать интерактивные модели глаза из программ 9.1 и 9.2.

#### *Раздел 5 «Квантовая физика»*

##### *Тема 9. «Квантовая оптика. Фотобиология. Квантовая модель атома. Свободнорадикальные процессы в организме. Модель ядра. Ядерные реакции. Радиоактивность»*

- Необходимо рассказать о природе светового излучения, объяснить принцип работы лазера и привести примеры его применения в терапии, хирургии и



биотехнологии. Для закрепления материала можно показать интерактивную модель лазера из программы 9.1.

- Рекомендуется объяснить основные положения современной теории строения атома. Для закрепления материала можно показать интерактивную модель атома водорода из программы 9.1.
- Особое внимание стоит уделить механизму свободнорадикального окисления в организме: объяснить, что такое свободные радикалы, как они появляются, какую позитивную и негативную роль играют в организме. Кроме того, рассказать о свободнорадикальной патологии и средствах борьбы с ней.
- Необходимо напомнить строение ядра атома, рассказать об энергии связи нуклонов в ядре, привести примеры ядерных реакций с расчетом энергии, выделяющейся или поглощающейся в них.
- Рекомендуется повторить виды радиоактивности, проанализировать закон радиоактивного распада. Особое внимание уделить применению радиоактивных изотопов в диагностике и лечении, а также негативному влиянию радиоактивного излучения на живые организмы.

### *Общие рекомендации*

В курсе «Биологическая физика» помимо традиционных используются следующие образовательные и информационные технологии.

- Сопровождение лекций и практических занятий интерактивными тематическими демонстрациями из указанного в п. 9 программного обеспечения. Например, при изучении гемодинамики показываем интерактивную модель работы кровеносной системы рыбы, птицы и млекопитающего.
- На одном или двух практических занятиях демонстрируются современные методы сбора данных с измерительных датчиков. Например, проводим измерение температуры тающего льда и образовавшейся воды с записью данных с датчиков температуры на компьютер и одновременным построением графика зависимости температуры от времени.
- Общие и индивидуальные домашние задания, в частности – нестандартные, где нужно самим найти способ решения задачи и подобрать данные из справочников или из Интернета.
- Проверка остаточных знаний студентов на компьютере с помощью программы, указанной в п. 9.

Особенностью преподавания данной дисциплины является необходимость на каждой лекции, практическом и лабораторном занятии показывать студентам тесную связь физических явлений с биологическими объектами: сначала идет объяснение физического закона или формулы, а затем – их приложение к процессам, протекающим в организме. Например, электрофорез – один из методов профилактики и лечения животных базируется на законе Фарадея для электролиза: сначала объясняем электролиз, а затем переходим к электрофорезу.

Наиболее тщательного рассмотрения требуют вопросы, касающиеся физических методов диагностики и лечения животных: ультразвуковые исследования, ультразвуковая терапия и хирургия, фонофорез, измерение артериального давления, прогревание с помощью различных аппликаций,

электрофизиологические процедуры, облучение инфракрасным и ультрафиолетовым излучением, лазерная терапия и хирургия, метод меченых атомов и др. Необходимо все время подчеркивать, что в ветеринарной практике любой врач встретится если не со всеми, то с большинством из этих методов.

В части самостоятельной работы студентов целесообразно оптимально подбирать объем и уровень сложности домашних заданий, контрольных работ и тестов и тщательно анализировать результаты их выполнения.

Для поддержания интереса к дисциплине можно предоставить студентам возможность работать с обучающими программами из п. 9 во внеучебное время, например, в компьютерном классе или на компьютерах кафедры, а также проводить еженедельные индивидуальные консультации с отстающими и талантливыми студентами.