

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
имени Н.В. Верещагина»  
Факультет технологический  
Кафедра технологического оборудования

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

Специальность: 36.05.01 Ветеринария

Квалификация выпускника: Ветеринарный врач

Вологда – Молочное  
2023

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 36.05.01 Ветеринария

Разработчик:  
ст. преподаватель Славорова Е.В.

Программа одобрена на заседании кафедры технологического оборудования от 24 января 2023 года, протокол № 6

Зав. кафедрой,  
к.т.н., доцент Виноградова Ю.В.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии технологического факультета от 16 февраля 2023 года, протокол № 6

Председатель методической комиссии,  
к.т.н., доцент Бурмагина Т.Ю.

## 1 Цели и задачи дисциплины

**Цель изучения дисциплины «Биологическая физика»:** формирование представлений, понятий, знаний о фундаментальных законах физики и биологической физики и навыков применения физических и биофизических методов в ветеринарной клинической и биологической практике.

### **Задачи дисциплины:**

1. Изучение законов механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики и атомной физики в применении их к биологическим объектам;
2. Овладение методами лабораторных исследований;
3. Выработка умений по применению законов физики в ветеринарной медицине.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Биологическая физика» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части программы специалитета в структуре федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 36.05.01 «Ветеринария».

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.О.12

Освоение учебной дисциплины «Биологическая физика» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении школьных курсов физики, курсов биологии человека и животных, математики, химии, в объеме, предусмотренном государственным образовательным стандартом среднего (полного) общего образования (базовый уровень), а также вузовских дисциплин «Биология», и изучаемых параллельно «Анатомия животных» и «Органическая химия».

К числу входных знаний, умений и готовностей студента, приступающего к изучению дисциплины «Биологическая физика», должно относиться следующее:

- знание основных законов механики, молекулярной физики, термодинамики, электромагнетизма, оптики и атомной физики;
- умение анализировать, обобщать и делать выводы.

Дисциплина «Биологическая физика» является базовой для последующего изучения дисциплин: «Ветеринарная радиобиология», «Клиническая диагностика», «Санитарно-ветеринарная экспертиза», «Инструментальные методы диагностики» «Гематология», «Лабораторная диагностика», а также являются базой для эффективного прохождения производственной практики и подготовки к итоговой аттестации.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

<p>ОПК-1. Способен определять биологический статус и нормативные клинические показатели органов и систем организма животных</p>	<p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub> 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</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Уметь собирать и анализировать анамнестические данные, проводить лабораторные и функциональные исследования необходимые для определения биологического статуса животных</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-1</sub> Владеть практическими навыками по самостоятельному проведению клинического обследования животного с применением классических методов исследований</p>
---	---

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

##### 4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов (очная форма) 1 курс 2 семестр	Всего часов (очно- заочная форма) 1 курс	Всего часов (заочная форма) 1 курс 1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34	10	10
<i>В том числе:</i>			
Лекции	17	2	2
Практические занятия			
Лабораторные работы	17	8	8
Самостоятельная работа	54	89	89
контроль	20	9	9
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоёмкость, часы	108	108	108
Зачётные единицы	3	3	3

##### 4.2 Содержание разделов дисциплины

###### *Раздел 1. Механика, гемодинамика, акустика.*

**Кинематика и динамика материальной точки.** Механическое движение. Системы отсчёта. Векторы перемещения, скорости, ускорения. Скорость и ускорение, как производные по времени радиуса-вектора. Обобщение понятия скорости (скорости химических реакций, переноса тепла и др.). Понятие о градиенте физической величины. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения при криволинейном движении. Работа переменной силы. Вычисление работы упругой силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Мощность и к.п.д. двигательного аппарата животных. Закон сохранения в механике.

**Вращательное движение твердого тела.** Вращение твердого тела относительно неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь их с линейными скоростями и ускорениями в векторном виде. Основное уравнение динамики

вращательного движения твердого тела. Момент инерции. Моменты инерции некоторых тел правильной геометрической формы. Моменты инерции конечностей в локомоторном аппарате животных. Момент импульса.

**Механические колебания.** Колебательные движения в биологических объектах (колебание сердечной мышцы, крыльев птиц, колебательные процессы в клетке и пр.) Линейный гармонический осциллятор. Уравнение и графики смещения, скорости и ускорения при гармонических колебаниях. Пружинный маятник. Энергия гармонического осциллятора. Действие вибраций на организм животных и на их продуктивность. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс и резонансные кривые. Резонансные явления в биологических системах.

**Физические основы гемодинамики.** Гидродинамика идеальной жидкости. Стационарный поток. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли и следствия из него. Статическое и динамическое давления в потоке, методы их измерения. Гидродинамика вязкой жидкости. Формула Ньютона. Коэффициент вязкости и методы его измерения на основе законов Стокса и Пуазейля. Закон Стокса в технологии молочных продуктов и при лабораторно-клинических исследованиях крови.

**Механика сердечно-сосудистой системы.** Физические свойства крови. Кровь, как неньютоновская жидкость. Вычисление работы сердца. Физическая модель сосудистой системы. Перераспределение энергии в эластичных стенках кровеносных сосудов и значение этого явления для кровообращения. Пульсовая волна. Гидростатическое давление крови. Физические основы методов измерения артериального давления.

**Физические основы акустики.** Волны в упругих средах. Уравнение волны. Перенос энергии волной. Интенсивность волны. Природа звука. Источники звука, высота, тембр и интенсивность. Звуковое давление. Спектральный состав звука. Акустические методы в ветеринарной клинике (перкуссия, аскультация). Психофизический закон Вебера-Фехнера. Уровень интенсивности звука. Бел и децибел. Громкость звука и единицы ее измерения. Пороги звукового ощущения у человека и некоторых животных. Шумомеры. Шум, как стресс-фактор, его влияние на живой организм и на продуктивность сельскохозяйственных животных. Борьба с шумом при интенсивном ведении животноводства и птицеводства. Физические основы звукоизлучательного и слухового аппаратов у животных.

**Биофизика инфразвука.** Инфразвук и его свойства. Действие инфразвука на животных (разрыв кровеносных сосудов при большой интенсивности, изменение частоты альфа-ритма мозга, действие на вестибулярный аппарат и пр.). Источники инфразвука в природе и при промышленном ведении животноводства.

**Биофизика ультразвука.** Ультразвук, методы его получения и регистрации (пьезоэлектрический и магнитострикционный). Физические свойства ультразвука. Взаимодействие ультразвука с веществом. Отражение звуковой волны на границе раздела двух сред. Понятие об акустическом сопротивлении среды. Ультразвук в мире животных. Использование ультразвука в ветеринарной хирургии, терапии и диагностике. Понятие о диагностике, основанной на эффекте Доплера.

## ***Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика биологических процессов.***

**Основы молекулярно-кинетической теории.** Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. Следствия из него. Распределения энергии молекул по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Распределения числа молекул газа по скоростям. Средняя длина свободного пробега газа. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Законы Фика и Фурье. Явления переноса в биологических системах: диффузионные процессы в легких, в клеточных мембранах; диффузия газов в почве. Виды теплообмена в живых организмах. Физические основы терморегуляции организма. Теплопроводность и конвекция в сельском хозяйстве (теплопроводность почвы, конвекционные потоки воздуха в животноводческих помещениях и др.)

**Реальные газы.** Учет размеров молекул и сил притяжения между ними в реальных газах. Уравнение Ван дер Ваальса. Анализ изотерм Ван-дер-Ваальса. Насыщающие пары и их свойства. Сжижение газов, их хранение и применение в ветеринарии (искусственное осеменение, консервация вирусов и др.). Влажность и методы её определения. Понятие о микроклимате и его значение в промышленном животноводстве.

**Молекулярные явления в жидкостях.** Поверхностный слой в жидкостях. Коэффициент поверхностного натяжения и методы его измерения. Капиллярные явления. Формула Борелли-Жюрена. Капиллярные явления в биологических процессах и в сельском хозяйстве.

**Физические основы термодинамики.** Термодинамические параметры и процессы. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Работа газа в изопроцессах. Теплоемкости идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно и его к.п.д. Тепловые машины и холодильные установки в сельском хозяйстве (холодильные камеры, камеры созревания мясных туш и пр.). Понятие энтропии. Закон неубывания энтропии. Статистический характер второго начала термодинамики.

**Основы термодинамики биологических процессов.** Понятие об открытых термодинамических системах. Живой организм, как открытая термодинамическая система. Первое начало термодинамики в биологии. Превращение энергии в биологических системах и энергетический баланс живого организма. Теплопродукция. Аккумуляция энергии в молекулах АТФ. Перенос тепла в живых организмах.

Раздел 3. Электрические явления в биологических процессах

**Электростатика.** Электростатическое поле (СЭП), его напряженность. Поток напряженности, теорема Гаусса. Работа по перемещению электрического заряда в СЭП. Потенциал. Напряженность поля, как градиент потенциала.

**Проводники в СЭП.** Электростатическая защита. Заземление электроустановок. Электростатические явления в элеваторах при перевозке горючих жидкостей и т.п. Борьба с этими явлениями и их использование.

**Диэлектрики в СЭП.** Поляризация диэлектриков, виды поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрические свойства тканей организма и изменение их при патологии.

**Емкость.** Емкость проводника. Конденсаторы. Емкость клеточных мембран. Энергия СЭП.

**Законы постоянного тока.** Электронная теория тока в металлах. Закон Ома в дифференциальном виде. Мост Уитстона. Потенциометры. Тепловое действие тока. Электронагревательные устройства в промышленном животноводстве и птицеводстве (электробрудеры, водонагреватели и пр.).

**Электрические явления в биологических системах.** Механизм образования биопотенциалов. Биопотенциалы покоя и действия. Измерение биопотенциалов. Физические основы электрокардиографии. Электрические органы рыб.

**Магнитное поле тока в вакууме.** опыты Эрстеда и Ампера. Магнитная индукция. Силовые линии ПМП. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока, кругового тока и бесконечно длинного соленоида. Вихревой характер магнитного поля. Действие ПМП на проводник с током. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в ПМП.

**Магнитное поле в веществе.** Орбитальный магнитный момент атома. Намагничивание вещества. Напряженность ПМП. Относительная магнитная проницаемость. Три типа магнетиков.

**Электромагнитная индукция.** опыты Фарадея по электромагнитной индукции. Закон Фарадея и правило Ленца. Самоиндукция и индуктивность контура. Энергия магнитного поля в катушке. Плотность энергии магнитного поля.

**Электромагнитные колебания и волны.** Колебательный контур Томсона.

Формула Томсона для периода колебаний контура. Электромагнитная волна. Законы Максвелла (формулировка) и их опытные обоснования. Перенос энергии волной. Вектор Умова-Пойнтинга.

#### **Раздел 4. Оптические и квантовые явления в биологических системах.**

**Геометрическая оптика.** Отражение и преломление света. Полное отражение и использование этого явления в оптических приборах. Световоды и применение волоконной оптики в ветеринарной диагностике и хирургии. Рефрактометры и их применение в ветеринарной лабораторной практике. Микроскоп. Оптическая схема. Увеличение разрешающая способность.

**Основы фотометрии.** Энергетические фотометрические величины и единицы их измерения. Кривая видности (спектральной световой эффективности). Световые фотометрические величины и единицы их измерения. Системы энергетических фотометрических величин для ультрафиолетовой части спектра.

**Волновая оптика.** Интерференция света и способы ее наблюдения (опыты Юнга, Френеля, кольца Ньютона. Интерференция в тонких пленках). Дифракция света. Дифракционная решетка. Определение длины волны света дифракционной решеткой.

**Поляризация света.** Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении. Законы Малюса и Брюстера. Двойное лучепреломление. Призма Николя и поляроиды. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами. Поляриметры и их применение в ветеринарной лабораторной практике.

**Дисперсия света.** Спектры и их типы, спектральные закономерности. Спектральный анализ. Поглощение света. Законы Бугера и Бера. Метод колориметрии. Фотоэлектрический колориметр. Видимый свет, как один из факторов микроклимата при интенсивном ведении животноводства.

**Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, их свойства и методы наблюдения.** Бактерицидные и эритемные лампы. Биологическое действие ультрафиолетовой части спектра и механизм этого действия. Применение УФ излучения для санации воздушной среды в птичниках, профилактики и диагностики, ветеринарной экспертизы и пр.

**Тепловое излучение.** Природа теплового излучения. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Законы Стефана-Больцмана и Вина. Тепловое излучение тела животных.

**Квантовый механизм излучения света.** Формула Планка. Фотоэффект. Квантовый механизм поглощения света. Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм света. Понятие о фотохимических реакциях. Фотобиологические реакции. Биофизика зрительного восприятия.

**Строение атома.** Планетарная модель атома. Теория Бора. Строение электронных оболочек атома. Энергетические диаграммы. Объяснение спектральных закономерностей. Спин электрона. Принцип Паули. Волновые свойства электрона. Формула де Бройля. Дифракция электронов. Принцип работы электронного микроскопа и применение его в биологических исследованиях. Понятие об уравнении Шредингера.

**Люминесценция.** Различные виды люминесценции. Фотолюминесценция твердых и жидких тел. Правило Стокса. Закон Вавилова. Квантовый механизм люминесценции. Биолюминесценция. Люминесцентный анализ в ветсанэкспертизе.

**Рентгеновское излучение.** Получение рентгеновского излучения и его свойства. Спектр рентгеновского излучения. Квантовый механизм возникновения характеристического рентгеновского излучения. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия. Биологическое действие рентгеновского излучения.

**Оптические квантовые генераторы (лазеры).** Спонтанное и вынужденное излучения, создаваемые электронами, находящимися на возбужденных квантовых уровнях. Твердотельные и газовые лазеры. Физические и биологические свойства лазерного излучения. Лазерное излучение в биологических исследованиях, в медицине и

ветеринарии.

**Физика атомного ядра.** Состав и характеристики атомного ядра. Нуклоны. Энергия связи нуклонов в ядре. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Альфа, бета и гамма-излучения. Их свойства. Биологическое действие ионизирующих излучений. Законы сохранения в физике элементарных частиц.

#### 4.3 Разделы дисциплины и вид занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Лаб.раб	СРС	Контроль	Всего
1	Механика, гемодинамика, акустика	5	5	14	5	29
2	Молекулярная физика и термодинамика биологических процессов	4	4	13	5	26
3	Электрические явления в биологических процессах	5	5	14	5	29
4	Оптические и квантовые явления в биологических системах	3	3	13	5	24
	Итого:	17	17	54	20	108

#### 5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№	Разделы, темы дисциплины	Общепрофессиональные компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-1	
1.	Механика, гемодинамика, акустика	+	1
2.	Молекулярная физика и термодинамика биологических процессов	+	1
3.	Электрические явления в биологических процессах	+	1
4.	Оптические и квантовые явления в биологических системах	+	1

#### 6 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего 34 час, в т.ч. лекции 17 час, лабораторные работы 17 часов, 10 часов (29 %) – занятия в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия (Л, ЛЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
2	Л	Лекция-визуализация по теме «Биоакустика»	2
	Л	Лекция-визуализация по теме «Гемодинамика»	2
	Л	Лекция-визуализация по теме «Электрические явления в биологических системах»	2
	Л	Лекция-визуализация по теме «Биологическое действие электрического тока»	2
	Л	Лекция-визуализация по теме «Оптические явления в биологических системах»	2
Итого:			10

## 7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Механика, гемодинамика, акустика	Подготовка к ЛР, подготовка рефератов.	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами, подготовка отчета по ЛР	Устный опрос, письменный отчет, тестирование, обсуждение тем рефератов.
2	Молекулярная физика и термодинамика биологических процессов	Подготовка к ЛР, подготовка рефератов.	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами. подготовка отчета по ЛР	Устный опрос, письменный отчет, тестирование, обсуждение тем рефератов.
3	Электрические явления в биологических процессах	Подготовка к ЛР, подготовка рефератов.	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами. подготовка отчета по ЛР	Устный опрос, письменный отчет, тестирование, обсуждение тем рефератов.
4	Оптические и квантовые явления в биологических системах	Подготовка к ЛР, подготовка рефератов.	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами. подготовка отчета по ЛР	Устный опрос, письменный отчет, тестирование, обсуждение тем рефератов.
5	Итоговый контроль	Подготовка экзамену	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами. подготовка отчета по ЛР	Экзамен

### 7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

#### 7.2.1 Вопросы для самостоятельного изучения

1. Физические свойства крови.
2. Сердце как механическая система.
3. Методы измерения давления крови.
4. Источники и приемники звука в технике.
5. Звукоизлучение в животном мире.
6. Слуховой орган животных и человека.
7. Шум и его значение в биологии и ветеринарии.
8. Биофизика ультразвука.
9. Биофизика инфразвука.
10. Тепловой баланс живого организма.
11. Термодинамические методы лечения, применяемые в ветеринарии.
12. Постоянный ток в биологических объектах.
13. Переменный ток в биологических объектах.
14. Действие на живые организмы электростатического и переменного электрического полей.
15. Действие на живые организмы постоянного и переменного магнитных полей.
16. Действие на живые организмы электромагнитного поля.
17. Методы электровоздействия, применяемые в ветеринарии.
18. Биопотенциалы в биологии и ветеринарии. Методы их измерения.
19. Люминесценция. Люминесцентный анализ.

20. Биологическое действие видимого оптического излучения.
21. Биологическое действие и применение в ветеринарии ультрафиолетового излучения.
22. Биологическое действие и применение в ветеринарии инфракрасного излучения.
23. Биологическое действие и применение в ветеринарии лазерного излучения.

### 7.2.2 Примеры тестовых заданий

#### Модуль 1.

1. Как называется свойство жидкости, благодаря которому она принимает форму того сосуда или русла, в котором находится или движется? (Текучесть)
2. Как называется жидкость, не обладающая ни сжимаемостью, ни вязкостью? (идеальная)
3. На каком законе основан принцип действия пульверизатора и водоструйного насоса? (Бернулли)
4. В чем измеряется коэффициент вязкости жидкости? ( $\text{Па}\cdot\text{с}$ ) ( $\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ ) (П)
5. Как направлена сила Стокса, действующая на падающий шарик в жидкости? (вверх)
6. Какую форму имеют эритроциты у млекопитающих? (двояковогнутый диск)
7. Каким методом можно определить прочность мембран эритроцитов? (УЗ гемолиз)
8. Найти соответствие между названием и буквенной величиной:  
Амплитуда колебаний (А), Циклическая частота ( $\omega$ ), Период колебаний (Т)
9. Как называется число полных колебаний в единицу времени? (частота колебаний)
10. Область вещества, в которой распространяется звуковая волна, называют  
а) акустическим полем б) интенсивностью волны в) звуковым давлением
11. В каких единицах измеряют эти величины?  
Интенсивность волны –  $\text{Вт}/\text{м}^2$   
Акустическое сопротивление –  $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$   
Коэффициент затухания –  $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$   
Коэффициент затухания –  $\text{м}(-1)$
12. Верно ли утверждение: «При падении звуковой волны на границу раздела двух сред часть её отражается, а часть преломляется и переходит в другую среду. Доля звуковой энергии, перешедшей из одной среды в другую, зависит от соотношения между величинами акустических сопротивлений обеих сред». (Верно)
13. Верно ли утверждение: «Для возникновения эффекта Доплера обязательно, чтобы звук отражался от сплошной движущейся поверхности». (неверно)
14. Звук, обладающий сложным непрерывным спектром, в котором в отличие от периодического колебания, имеет место беспорядочное изменение частоты и амплитуды?  
а) Инфразвук б) Шум в) Ультразвук
15. Продолжите фразу: «Для получения ультразвука используют...» (механические и электромеханические генераторы)

#### Модуль 2.

1. Первое начало термодинамики имеет вид:  
а)  $Q = \Delta U + A$  б)  $\Delta S = \Delta Q/T$  в)  $\eta = Q_1 - Q_2/Q_1$  г)  $pV = mRT/\mu$
2. Найти соответствие между высказываниями:

- а) Для обратимых процессов - энтропия остается постоянной
  - б) Для необратимых процессов - энтропия возрастает
  - энтропия уменьшается
3. Найти соотношение между превращением энергии в живых организмах и участках организма, в которых эти превращения происходят:
    - а) Химическая энергия в механическую - мышечные ткани
    - б) Химическая энергия в световую - Светящиеся ткани у рыб и насекомых
    - в) Механическая энергия акустических волн в электрическую - в органе Корти во внутреннем ухе
  4. Синтез АТФ происходит в мембранах митохондрий и заключается в присоединении к АДФ фосфатной группы при участии фермента за счет энергии окисления органических веществ. Как называется этот процесс? (окислительное фосфорилирование)
  5. Какого слова из предложенных вариантов ответа не хватает в предложении: "Удельная теплопродукция уменьшается с ..... массы животного."?
    - а) увеличением      б) уменьшением
  6. Наименьшую теплопроводность имеет:
    - а) мышечная ткань при сильном кровотоке
    - б) эпидермис человека
    - в) жировая клетчатка
    - г) мышечная ткань при нормальном кровотоке
  7. Перечислите четыре механизма терморегуляции, определяющих тепловое равновесие в организме. (Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, испарение.)
  8. В каких молекулах клетка запасает химическую энергию, за счет которой организм совершает работу? (молекулы АТФ)

### Модуль 3.

1. О каком биологическом объекте идет речь: "Принимает активное участие в жизнедеятельности клетки. Через неё происходит перенос вещества, в ней локализованы основные биоэлектрические процессы." (Мембрана клетки)
2. Растворы с одинаковыми осмотическими давлениями называются
  - а) Изотоническими      б) гипотоническими      в) гипертоническими
3. Как называется явление самопроизвольного переноса вещества из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией? (Диффузия)
4. Перенос молекул и ионов против электрохимического градиента, осуществляемый клеткой за счет энергии метаболических процессов, называют
  - а) активным транспортом      б) пассивным транспортом
5. Эта формула ... называется
  - а) работа на преодоление осмотического давления
  - б) работа по преодолению диффузионных сил
  - в) работа в поле электрохимического градиента
6. Продолжить каждое утверждение
  - а) Биомембрана в состоянии покоя проницаема для - ионов калия

- б) Биомембрана в состоянии действия проницаема для - ионов калия и натрия
- в) - ионов натрия
7. Что представляет собой направленное движение электрически заряженных частиц под действием электрического поля? (электрический ток)
8. Перечислите виды поляризации в растворах электролитов. (электролитическая поляризация, поверхностная поляризация, макроструктурная поляризация)
9. Движение в жидкости взвешенных в ней твердых частиц, капель инородной жидкости или газовых пузырьков под действием внешнего электрического поля называется
- а) Электрофорезом б) электроосмосом в) эффектом Дорна
10. Продолжите фразу: "Направленное движение электрически заряженных частиц под действием электрического поля представляет собой...". (электрический ток)
11. Причина дисперсии заключается в том, что на величину электросопротивления при постоянном токе или при низких частотах значительное влияние оказывает
- а) поверхностная поляризация  
б) макроструктурная поляризация  
в) электролитическая поляризация
12. Исследование периферического кровообращения путем измерения электросопротивления тканей называют (реографией)
13. Найти соответствие между формулой и её названием
- ёмкостное сопротивление  
активное сопротивление  
индуктивное сопротивление
14. Как называются формулы?
- количество теплоты при нагревании проводников высокочастотным током  
количество теплоты при нагревании проводника в переменном электрическом поле  
количество теплоты при нагревании проводника в переменном магнитном поле
15. Дополнить высказывание: "Чем меньше тангенс угла потерь, тем ....  
диэлектрические свойства материала  
Лучше  
Хуже
16. Ионная проводимость присуща  
растворам электролитов  
металлам  
полупроводникам  
расплавам некоторых солей

#### Модуль 4.

1. Как называют раздел физики, в котором изучают природу света, процессы его распространения и явления, происходящие при взаимодействии света с веществом. (оптикой)
2. Найти соответствие между определением и фотометрической величиной

- а) Величина, характеризующая мощность излучения и равная энергии электромагнитной волны, протекающей в единицу времени через данную поверхность. (поток излучения)
- б) Величина, численно равная потоку излучения, приходящемуся на единицу телесного угла (сила излучения)
- в) Величина, численно равная потоку излучения, падающему на единицу площади облучаемой поверхности (облученность)
3. Показатель поглощения есть величина обратная толщине такого слоя вещества, который ослабляет интенсивность света в  
(2,3 раза)  
6 раз  
4 раза  
3,2 раза
4. В чем измеряются фотометрические величины?  
Световой поток  $\Phi$  - в люменах (лм)  
Сила света  $I$  - в канделах (кд)  
Освещенность  $E$  - в люксах (лк)  
Телесный угол  $\omega$  - в стерadianах (ср)
5. Перечислите типы фотохимических реакций. (фотоприсоединение, фотосинтез)
6. Как называется излучение, представляющее собой избыток над тепловым излучением тела при данной температуре при условии, если это излучение обладает длительностью послесвечения от  $10^{-10}$  с и больше. (люминесценцией)
7. Правило Стокса для люминесценции гласит: "Максимум спектра люминесценции сдвинут по отношению к максимуму спектра поглощения в сторону более длинных волн." (Верно)
8. Спектр люминесценции не зависит от строения решетки вещества (неверно)
9. Солнечный свет содержит  
ультрафиолетовое излучение  
инфракрасное излучение  
люминесцентное излучение  
рентгеновское излучение  
лазерное излучение
10. Хорошо поглощает инфракрасные лучи  
Вода  
черный раствор йода в сероуглероде  
стекло  
полупроводники
11. Растения живущие в темноте  
поглощают инфракрасные лучи  
отражают инфракрасные лучи
12. Какие эффекты лежат во основе данных механизмов  
при инфракрасном облучении - тепловые  
при ультрафиолетовом облучении - фотохимические  
- электрические

13. Как называется свет, у которого электрические колебания совершаются в одной плоскости? (поляризованный)
14. Как называется тело, которое поглощает при любой температуре всю падающую на него лучистую энергию? (абсолютно черное тело)
15. Выберите ложное утверждение  
 Лазерное излучение когерентно  
 Лазерное излучение монохроматично  
 Лазерное излучение неполяризовано  
 Яркость слабых лазеров в миллионы раз превышает яркость Солнца
16. О каком виде фотоэффекта идет речь: "Электроны выходят за пределы освещаемого вещества. Наблюдается у металлов."? (внешний фотоэффект)
17. При рентгеновском облучении вещества, содержащего свободные или слабо связанные электроны, происходит рассеяние рентгеновских лучей, сопровождающееся увеличением длины волны рассеянного излучения. Называется эффектом Комптона  
 законом Мозли  
 законом Эйнштейна
18. Когерентное рассеяние рентгеновского излучения возникает при условии  
 $h\nu > A_{и}$   
 $h\nu < A_{и}$   
 $h\nu = A_{и}$   
 $h\nu = 0$

### 7.3 Вопросы для экзамена

1. Гидродинамика идеальной жидкости. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли, их практическое применение.
2. Гидродинамика вязкой жидкости. Вязкость жидкости. Ламинарное, турбулентное движение. Число Рейнольдса. Методы определения вязкости жидкости: капиллярный вискозиметр и метод Стокса.
3. Физические свойства крови. Сердце как механическая система. Работа по перемещению объема жидкости.
4. Физические закономерности движения крови в сосудистой системе. Методы измерения давления крови.
5. Звук как физическое явление. Акустика. Звук. Интенсивность волны. Акустическое давление. Коэффициент отражения. Коэффициент затухания.
6. Источники и приёмники звука: мембраны, трубы, сирены. Приёмники звука. Эффект Доплера.
7. Звукоизлучение в животном мире: членистоногие, рыбы, птицы, млекопитающие. Слуховой аппарат человека и животных.
8. Звук как психофизическое явление. Уровень интенсивности звука. Шумомеры. Шум и его значение в биологии и ветеринарии. Инфразвук.
9. Физические характеристики, свойства и источники ультразвука. Действие ультразвука на биологические объекты. Ультразвук в мире животных.
10. Ультразвуковая терапия. Ультразвуковая хирургия. Ультразвуковая диагностика: диагностика на основе эффекта Доплера.
11. Основные определения и законы термодинамики.
12. Первое начало термодинамики в биологии. Теплопродукция.
13. Перенос теплоты в живых организмах. Физические механизмы терморегуляции:

теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, испарение. Термодинамические методы лечения в ветеринарии.

14. Второе начало термодинамики в биологии. Особенности термодинамики открытых систем. Изменение энтропии в биологических системах.

15. Механизм электрогенеза в клетках. Структура и функции биологических мембран.

16. Пассивный транспорт веществ через биомембраны. Осмос. Диффузия. Облегченная диффузия.

17. Активный транспорт веществ через биомембраны. Мембранная разность потенциалов.

18. Биопотенциалы. Биопотенциалы покоя. Биопотенциалы действия. Методы измерения биопотенциалов. Биопотенциалы в биологии и ветеринарии.

20. Поляризация диэлектриков в электрическом поле. Электрические явления на границе между твердым телом и жидкостью.

21. Электрокинетические явления. Поляризация в растворах электролитов: электронная, поверхностная и макроструктурная поляризация.

22. Постоянный ток в биологических объектах. Физиологическое действие постоянного тока.

23. Переменный ток в биологических объектах. Действие переменного тока на организм млекопитающих.

24. Действие электростатического и переменного электрического полей на живой организм.

25. Действие постоянного и переменного магнитных полей на живой организм.

26. Действие электромагнитного поля на живой организм. Электромагнитные поля организма и их источники.

27. Методы электровоздействия в ветеринарии. Методы электротерапии (дарсонвализация, диатермия, индуктотермия, УВЧ терапия, микроволновая терапия) и электрохирургии применяемые в ветеринарии.

28. Фотометрия. Энергетические фотометрические характеристики.

29. Фотометрия. Световые фотометрические величины. Фотометрические величины для ультрафиолетовой области спектра.

30. Взаимодействие света с веществом. Поглощение света. Физические явления сопровождающие поглощение света веществом.

31. Люминесценция. Квантовый механизм люминесценции. Люминесцентный анализ.

32. Биологическое действие видимого оптического излучения.

33. Биологическое действие инфракрасного излучения. Его применение в ветеринарии.

34. Биологическое действие ультрафиолетового излучения. Его применение в ветеринарии.

35. Лазерное излучение. Свойства лазерного излучения. Применение его в ветеринарии.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 основная литература**

1. Погоньшев, В. А. Биологическая физика : учебник для вузов / В. А. Погоньшев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-7916-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180808>
2. Лещенко, Вячеслав Григорьевич. Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. - Электрон.дан. - М. : Инфра-М ; М. : Инфра-М, 2017. - 552 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=766789>
3. Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс] : практикум : учебное пособие / [В. Г. Лещенко и др.] ; ред. В. Г. Лещенко. - Электрон.дан. - М. : Инфра-М ; Минск : Новое знание, 2017. - 334 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=608780>

## 8.2 дополнительная литература

1. Иванов, И. В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. В. Иванов. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 128 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации Внешняя ссылка: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3802](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3802)
2. Иванов, Игорь Владимирович. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики : учебно-метод. пособие для студ. вузов по направл. 111100 - "Зоотехния" и спец. 111801 - "Ветеринария" / И. В. Иванов. - Изд. 2-е, испр. - СПб. [и др.] : Лань, 2012. - 121, [3] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература)
3. Основы физики и биофизики : учебное пособие для студ. вузов по спец. 310800 "Ветеринария" и 310700 "Зоотехния" / А. И. Журавлев [и др.] ; под ред. А. И. Журавлева. - 2-е изд., испр. - М. : Мир. - [Б. м.] : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 383, [1] с. - Библиогр.: с. 377-378
4. Иванов, И. В. Основы физики и биофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Иванов. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 208 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации Внешняя ссылка: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3801](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3801)

### учебно-методические разработки.

1. Основы физики и биофизики : учебно-метод. пособие для студ. фак. вет. медицины и биотехнологий / М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологод. ГМХА, Каф. математики и мех. ; [сост.: Н. В. Киселева, Е. В. Славоросова]. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2014. - 105 с.
2. Основы физики и биофизики [Электронный ресурс] : учеб.-методич. пособие для студ. фак. ветеринарной медицины и биотехнологий / М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологодская ГМХА, Каф. хим. и физики ; [сост.: Н. В. Киселева, Е. В. Славоросова]. - Электрон. дан. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2015. - 106 с. - Систем. требования: Adobe Reader Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/733/download>
3. Общая физика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по курсу "Физика" для студ. по напр. 111100 "Зоотехния", 110400 "Агрономия" и 250100 "Лесное дело" / [Е. В. Славоросова, И. Н. Созоновская] ; МСХ РФ, ФГОУ ВПО ВГМХА, Каф. высшей математики и физики. - Электрон. дан. - Вологда ; Молочное : ИЦ ВГМХА, 2011. - 87 с. - Систем. требования: Adobe Reader. - Электрон. версия печ. публикации. - Режим доступа: <http://molochnoe.ru/bookdl/?id=158>. - Библиогр. в конце лаб. работ .Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/158>

## 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при проведении научно-исследовательской работы, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010  
STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

### в т.ч. отечественное

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.

1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)

Project Expert 7 (Tutorial) for Windows

СПС КонсультантПлюс

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный  
**Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:**  
OpenOffice  
LibreOffice  
7-Zip  
Adobe Acrobat Reader  
Google Chrome  
**в т.ч. отечественное**  
Яндекс.Браузер

#### **Информационные справочные системы**

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

#### **Профессиональные базы данных**

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcs.ru/> (Открытый доступ)

#### **Электронные библиотечные системы:**

- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: [https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>
- Электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО)
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория 1238 Кабинет физики. Механика и молекулярная физика, для проведения практических и лабораторных занятий. Оснащенность: Учебная мебель: столы – 8, стулья – 16, доска учебная Основное оборудование и наглядные пособия: трибометр, маятник Обербека, математический и физический маятники, пружинный маятник,

установка для изучения законов упругого и неупругого удара тел, установка для изучения упругих деформаций, установка для определения  $CP/CV$ , насос, установка для определения вязкости жидкости методом Стокса, вискозиметры, установка для определения коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва кольца, секундомер, штангенциркуль, микрометр, линейки, термометры.

Учебная аудитория 1229 Кабинет физики. Электричество и магнетизм, для проведения практических и лабораторных занятий. Оснащенность: Учебная мебель: столы – 13, стулья – 34, доска учебная. Основное оборудование и наглядные пособия: установка для изучения законов Кирхгофа, (реостат, амперметры, вольтметры, сопротивления, выпрямитель), установка для проверки законов переменного тока (амперметр, вольтметр, реостаты, катушки индуктивности, конденсаторы, выпрямитель, переменного тока), терморезистор, микроамперметр, электроплитка, термометры, магазин сопротивлений, установка для исследования зависимости сопротивления проводника и полупроводника от температуры, электроплитка, мультиметр ВР-11, установка для изучения р-п перехода (миллиамперметры, вольтметр, реостат, выпрямитель В-4-12 осциллограф электронный учебный), установка для снятия характеристик транзистора, установка для снятия характеристик трёхэлектродной лампы, осциллограф, установка для определения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли (танген-буссоль, реостат, ключ, выпрямитель В С-4-12. 9, амперметр).

### **Обеспечение образования для лиц с ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- – предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскочечную информацию в аудиальную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на

экран;

- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте).

Для лиц с нарушениями слуха:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскочечную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации.
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего)

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование, предоставляемое по линии ФСС и позволяющее компенсировать двигательный дефект (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- использование дополнительного информационно-методического обеспечения:

<http://umcvpo.ru/about-project> - Федеральный портал высшего образования студентов с инвалидностью и ОВЗ

<http://nvda.ru/> - Программа экранного доступа «NVDA (Non Visual Desktop Access)» («Синтезатор речи») для перевода письменной речи в устную

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 10. Карта компетенций дисциплины

<b>Биологическая физика (36.05.01 Ветеринария)</b>					
Цель дисциплины		Формирование представлений, понятий, знаний о фундаментальных законах физики и биологической физики и навыков применения физических и биофизических методов в ветеринарной клинической и биологической практике.			
Задачи дисциплины		1. Изучение законов механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики и атомной физики в применении их к биологическим объектам; 2. Овладение методами лабораторных исследований; 3. Выработка умений по применению законов физики в ветеринарной медицине.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
Общепрофессиональные компетенции					
ОПК-1	Способен определять биологический статус и нормативные клинические показатели органов и систем организма животных	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> 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 ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Уметь собирать и анализировать анамнестические данные, проводить лабораторные и функциональные исследования необходимые для определения биологического статуса животных ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Владеть практическими навыками по самостоятельному проведению клинического обследования животного с применением классических методов исследований	Лекции Лабораторные работы Тестирование Контрольная работа	Собеседование Отчет по лабораторной работе Тест Решение контрольной работы. Реферат	<b>Ниже порогового (неудовлетворительный)</b> Требуемые знания, умения и владения не сформированы. <b>Пороговый (удовлетворительный)</b> <b>Знает</b> физические основы жизнедеятельности организма. <b>Продвинутый (хорошо)</b> <b>Умеет</b> грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения <b>Высокий (отлично)</b> <b>Владеет</b> знаниями об основных физических законах и их использовании в ветеринарии; навыками работы на лабораторном оборудовании.