	Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»
	ФГБОУ ВО Уральский ГАУ
	Рабочая программа учебной дисциплины «Биологическая физика»
<b>Б1.О.17</b>	Кафедра Электрооборудования и автоматизации технологических процессов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учебной дисциплины

**«Биологическая физика»**

Специальность

**36.05.01 «Ветеринария»**

Профиль программы

**Ветеринария**

Уровень подготовки

**Специалитет**

Форма обучения

**Очная, очно-заочная**

Екатеринбург, 2023

	<i>Должность</i>	<i>Фамилия</i>
<b>Разработал:</b>	<i>Доцент</i>	<i>Е.И. Кузнецова</i>
<b>Согласовали:</b>	<i>Руководитель ОП</i>	<i>Н.Г. Курочкина</i>
	<i>Председатель учебно-методической комиссии факультета ветеринарной медицины и экспертизы</i>	<i>О.В. Бадова</i>
<b>Утвердил:</b>	<i>И.о. декана факультета ветеринарной медицины и экспертизы</i>	<i>А.А. Зувев</i>
<b>Версия 2.0</b>		



## СОДЕРЖАНИЕ

- Введение
1. Цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре образовательной программы
  2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
  3. Объем дисциплины и виды учебной работы
  4. Содержание дисциплины
    - 4.1. Модули (разделы) дисциплины и виды занятий
    - 4.2. Содержание модулей (разделов) дисциплин
    - 4.3. Детализация самостоятельной работы
  5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся
  6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
  7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
  9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
  10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе программного обеспечения и информационных справочных систем
  11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
  12. Особенности обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья



## Введение

Дисциплина «Биологическая физика» играет важную роль в структуре образовательной программы, она формирует и развивает компетенции, необходимые для осуществления профессиональной деятельности.

### 1. Цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре образовательной программы

Цель и задачи дисциплины – формирование у будущих специалистов современных фундаментальных знаний физических законов природы, способности научно анализировать проблемы, процессы и явления, умение использовать на практике базовые знания и методы биофизических исследований.

Дисциплина Б1.О.17 «Биологическая физика» относится к Блоку 1 обязательные дисциплины.

Траектория формирования компетенций выделяет этапы формирования в соответствии с учебным планом, при этом соблюдается принцип нарастающей сложности.

Основными этапами формирования компетенций при изучении дисциплины «Биологическая физика» является последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) дисциплины. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Изучение дисциплины «Биологическая физика» основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Химия», «Ветеринарная экология».

Полученные знания, умения, навыки используются студентами в процессе изучения таких дисциплин, как «Биологическая химия», «Ветеринарная радиобиология», «Физиология и этология животных», государственная итоговая аттестация.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – способность использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования при разработке новых технологий и использовать современную профессиональную методологию для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов

В результате освоения дисциплины студент:

#### **Знает:**

- основные физические законы и их использование в ветеринарии;
- физические основы жизнедеятельности организма

#### **Умеет:**

- грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения
- использовать современную методологию для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов

#### **Владеет:**

- навыками работы на лабораторном оборудовании
- способностью использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования.



### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов <b>очное</b>	Очная форма обучения		Всего часов <b>очно-заочное</b>	Очно-заочная форма обучения	
		1 курс			1 курс	
		1 семестр			2 семестр	
Контактная работа* (всего)	46,25	46,25		38,25	38,25	
В том числе:						
Лекции	16	16		12	12	
Практические занятия (ПЗ)	24	24		20	20	
Групповые консультации	6	6		6	6	
Промежуточная аттестация	0,25	0,25		0,25	0,25	
Самостоятельная работа (всего)	61,75	61,75		69,75	69,75	
<i>Общая трудоёмкость, час</i>	108	108		108	108	
<i>зач.ед.</i>	3	3		3	3	
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет		зачет	зачет	

**4. Содержание дисциплины:** биомеханика, основы гемодинамики, молекулярная биофизика, биофизика мембран, термодинамика открытых систем, электрические явления в биологических системах, оптические явления в биологических системах.

#### 4.1. Модули (разделы) дисциплины и виды занятий

##### 4.1.1. Очная форма обучения

№ п.п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. зан.	Лаб. зан.	ГК и ППА	СРС	Всего часов
1.	Биомеханика	4	6			10	20
2.	Гемодинамика	4	6			10	20
3.	Молекулярная биофизика	2	2			10	14
4.	Биофизика мембран	4	8			21,75	33,75
5.	Термодинамика открытых систем	2	2			10	14
6.	Промежуточная аттестация / групповые консультации				6/0,25		6,25
	Итого	16	24		6,25	61,75	108

##### 4.1.2. Очно-заочная форма обучения

№ п.п	Наименование модуля (раздела) дисциплины	Лекции	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семи нар	СРС	Всего часов
-------	--	--------	-------------	-----------	----------	-----	-------------



1.	Биомеханика	2	4			14	20
2.	Гемодинамика	2	6			12	20
3.	Молекулярная биофизика	2	2			10	14
4.	Биофизика мембран	4	6			23,75	33,75
5.	Термодинамика открытых систем	2	2			10	14
6.	Промежуточная аттестация и групповые консультации				6,25		6,25
	Итого	12	20		6,25	69,75	108

## 4.2 Содержание модулей (разделов) дисциплин

№ п.п	Наименование модуля (раздела)	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
1.	Модуль 1 «Биомеханика»	Тема 1.1. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела. Полимеры. Жидкие кристаллы. Тема 1.2. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука для деформации растяжения. Диаграмма растяжения. Предел прочности. Особенности механических свойств биотканей. Вязкоупругость.	20	ОПК-4	Конспект, решение задач.
2.	Модуль «Гемодинамика»	Тема 2.1. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности потока и его значение в гемодинамике. Уравнение Бернулли. Следствия, вытекающие из уравнения Бернулли. Гидродинамика вязкой жидкости. Градиент скорости. Формула Ньютона для силы трения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Определение вязкости жидкости методом Стокса. Капиллярный метод определения вязкости жидкости. Вискозиметр. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Тема 2.2. Особенности движения крови в сосудистой системе. Факторы, влияющие на вязкость крови: температура, гематокрит, градиент скорости, организация эритроцитов в потоке крови.	20	ОПК-4	Конспект, решение задач.
3	Модуль 3 «Молекулярная физика»	Тема 3.1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Изопроцессы. Законы для идеального газа. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Тема 3.2. Особенности молекулярного строения жидкостей. Теория Френкеля. Поверхностное натяжение. Явление смачивания. Краевой угол. Условие равновесия капли. Добавочное давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Высота поднятия жидкости в капилляре.	14	ОПК-4	Конспект, решение задач.
4	Модуль 4 «Биологические мембраны»	Тема 4.1. Структура и функции биомембран. Жидкостно-мозаичная модель строения биомембран. Жидкокристаллическое состояние биомембран. Модели липидных мембран.	33,75	ОПК-4	Конспект, решение задач.



		Тема 4.2. Транспорт веществ через мембраны. Простая диффузия. Закон Фика. Пассивный и активный транспорт. Тема 4.3. Электрические потенциалы биомембран. Потенциал покоя и потенциал действия.			
5	Модуль 5 «Термодинамика открытых систем»	Тема 5.1. Классификация термодинамических систем и процессов. Первое начало термодинамики. Экспериментальная проверка первого начала термодинамики в биологических системах. Основные термодинамические функции. Энергия. Энтропия. Термодинамическая вероятность. Физическая и биологическая упорядоченность. Второе начало термодинамики для изолированной системы. Тема 5.2. Особенности термодинамики открытых систем. Стационарное состояние открытой системы. Изменение энтропии открытой системы. Постулат Пригожина. Явления переноса. Термодинамические потоки.	14	ОПК-4	Конспект, решение задач.

### 4.3 Детализация самостоятельной работы

№ п/п	№ модуля (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, часы	
			очное	очно-заочное
1.	1,2,3,4,5	Проработка учебного материала по конспектам	20	25
4.	1,2,3,4,5	Решение задач	20	25
5.	1,2,3,4,5	Подготовка к зачету	21,75	19,75
	<b>Итого часов</b>		<b>61,75</b>	<b>69,75</b>

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Биологическая физика. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы / Сост. Кузнецова Е.И. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, 2021. – 30 с.

[https://disk.yandex.ee/d/iRerSA2ACHn\\_eQ](https://disk.yandex.ee/d/iRerSA2ACHn_eQ)

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (ФОС) приведены в приложении 1 к рабочей программе

Текущий контроль качества освоения отдельных тем и модулей дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль проводится в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения задания) оценивается в баллах, в соответствии с рейтингом-планом дисциплины.

Зачет проводится в конце 1 семестра у студентов очной формы обучения и в конце 2 семестра у студентов очно-заочной формы обучения и оценивается по системе: «зачтено», «не зачтено».

Измерительные средства по промежуточному контролю знаний студентов представлены в балльно-рейтинговой системе.

#### Рейтинговая система оценки зачета по дисциплине «Биологическая физика»

Сумма баллов	Оценка	Характеристика
91-100	зачтено	глубокие и всесторонние знания дисциплины и умение творчески выполнять предложенные задания
74-90	зачтено	полные знания дисциплины и умение успешно выполнить предложенные задания
61-73	зачтено	знания дисциплины в объеме, достаточном для продолжения обучения, когда освоены основные понятия и закономерности, и умение в основном выполнить предложенные задания
0-60	не	значительные пробелы в знании дисциплины, когда не усвоены основные понятия и закономерности,





зачтено

неспособность выполнить предложенные задания

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### а) основная литература

1. Иванов, И.В. Основы физики и биофизики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3801>
2. Васильев, А. А. Медицинская и биологическая физика. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 313 с. Ссылка на информационный ресурс: <https://biblio-online.ru/book/9AA16E55-B700-4342-8836-ECFF57FDBB50/medicinskaya-i-biologicheskaya-fizika-laboratornyy-praktikum>

### б) дополнительная литература

1. Дырнаева, Е.В. Физика с основами биофизики. Ч. 1 : курс лекций / Р.Г. Кирсанов, Е.В. Дырнаева. — Самара : РИЦ СГСХА, 2013. — 223 с. : ил. Ссылка на информационный ресурс: <http://lib.rucont.ru/efd/226825/info>
2. Иванов, И.В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 128 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3802>

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

### а) Интернет-ресурсы, библиотеки:

- электронные учебно-методические ресурсы (ЭУМР),
- электронный каталог Web ИРБИС;
- электронные библиотечные системы:
- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
- ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru>;
- ЭБС IPRbooks- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
- ЭБС «Руконт» – Режим доступа: <http://lib.rucont.ru>

- доступ к информационным ресурсам «eLIBRARY», «УИС РОССИЯ», «Polpred.com».

### б) Справочная правовая система «Консультант Плюс».

### в) Научная поисковая система – ScienceTechnology.

### г) Система ЭИОС на платформе Moodle.

[http://www.ph4s.ru/books\\_himiya.html](http://www.ph4s.ru/books_himiya.html) - учебная литература по биофизике, биохимии, биологии

<http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1159126&uri=index.html> – обзорная статья А.Н.Тихонова о молекулярных моторах

<http://www.pereplet.ru/cgi/soros/readdb.cgi?f=TOM7> – статьи Соросовского образовательного журнала, разделы Биология и Биофизика

<http://erg.biophys.msu.ru/wordpress/study> - учебные материалы, подготовленные сотрудниками лаборатории теоретической биофизики кафедры биофизики биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных:

- базы данных ФГБНУ «Росинформагротех» <https://www.rosinformagrotech.ru/databases>



- базы данных Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Росстандарт» <https://www.gost.ru/opendata>
- документографическая база данных ЦНСХБ АГРОС <http://www.cnsbh.ru/artefact3/ia/ia1.asp?lv=11&un=anonymous&p1=&em=c2R>
- международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям - AGRIS <http://agris.fao.org/agris-search/index.do>
- базы данных официального сайта ФГБУ «СПЕЦЦЕНТРУЧЕТ В АПК» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации - <http://www.specagro.ru/#/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебным планом при изучении дисциплины предусмотрены лекции и практические занятия, а также самостоятельная работа обучающихся.

Практические занятия проводятся с целью закрепления и более тщательной проработки материала по основным разделам дисциплины.

Чтобы получить необходимое представление о дисциплине и о процессе организации её изучения, целесообразно в первые дни занятий ознакомиться с рабочей программой дисциплины на платформе MOODLE или на сайте университета.

В процессе изучения дисциплины, обучающиеся должны составлять свой конспект лекций, а также ознакомиться с литературой, указанной в списке основной и дополнительной литературы.

Основные понятия и определения, используемые в курсе, можно эффективно закрепить, обратившись к тексту глоссария.

Проверить степень овладения дисциплиной помогут вопросы для самопроверки и самоконтроля (вопросы к зачету), ответы на которые позволят студенту систематизировать свои знания, а также тесты, выложенные на платформе MOODLE в фонде оценочных средств по дисциплине.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для формирования компетенций у обучающихся в процессе изучения дисциплины применяются традиционные (пассивные) и инновационные (активные) технологии обучения в зависимости от учебных целей с учетом различного сочетания форм организации образовательной деятельности и методов ее активизации с приоритетом самостоятельной работы обучающихся.

Для успешного овладения дисциплиной используются информационные технологии обучения:

при чтении лекций и проведении лабораторно-практических занятий используются презентации лекционного материала в программе Microsoft Office (Power Point), видеоматериалы различных интернет-ресурсов, осуществляется выход на профессиональные сайты.

### Программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows Professional 10 Single Upgrade Academic OLP 1 License No Level: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).
2. Операционная система Microsoft WinHome 10 Russian Academic OLP License No Level Legalization Get Genuine: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).



3. Пакет офисных приложений Microsoft Office 2016 Sngl Academic OLP License No Level: Лицензия 66734667 от 12.04.2016 (включает Word, Excel, PowerPoint) (бессрочная).
4. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN No Level: Лицензия 43341093 от 11.01.2008 г. (бессрочная).
5. Пакет офисных приложений Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level: Лицензия 43341093 от 11.01.2008 (включает Word, Excel, PowerPoint) (бессрочная).
6. Операционная система Microsoft Win Starter 7 Russian Academic OPEN No Level Legalization Get Genuine: Лицензия №46256412 от 11.12.2009 г. (бессрочная).
7. Бесплатный Office 365 A1 для образовательных учреждений (По подписке с 25.05.2020 г., автопродление до расторжения)
8. Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Total Security для бизнеса Russian Edition.250-499 Node 2 yeas Education Renewal License Лицензия № 2434-200303-114629-153-1071 от 03.03.2020 г.
9. Система дистанционного обучения Moodle. Лицензия GPLv3 (бессрочная).

**Информационные справочные системы:**

- Информационно-правовой портал ГАРАНТ – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Справочная правовая система «Консультант Плюс».

**11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория, оснащенная столами и стульями; переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор).	– Операционная система Microsoft Windows Professional 10 Sngl Upgrade Academic OLP 1 License No Level: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная). – Операционная система Microsoft WinHome 10 Russian Academic OLP License No Level Legalization Get Genuine: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная). – Пакет офисных приложений Microsoft Office 2016 Sngl Academic OLP License No Level: Лицензия 66734667 от 12.04.2016 (включает Word, Excel, PowerPoint) (бессрочная). – Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Total Security для бизнеса Russian Edition.250-499 Node 2 yeas Education Renewal License Лицензия № 2434-200303-



		114629-153-1071 от 03.03.2020 г.
Лаборатория биофизики (а.1406)	Аудитория оснащена столами, стульями. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Операционная система Microsoft Windows Professional 10 Singl Upgrade Academic OLP 1 License No Level: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).</li><li>– Операционная система Microsoft WinHome 10 Russian Academic OLP License No Level Legalization Get Genuine: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).</li><li>– Пакет офисных приложений Microsoft Office 2016 Sngl Academic OLP License No Level: Лицензия 66734667 от 12.04.2016 (включает Word, Excel, PowerPoint) (бессрочная).</li><li>– Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Total Security для бизнеса Russian Edition.250-499 Node 2 yeas Education Renewal License Лицензия № 2434-200303-114629-153-1071 от 03.03.2020 г.</li></ul>
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (а.1406)	Оборудование для ремонта и обслуживания, расходные материалы.	
Помещение для самостоятельной работы – ауд. № 4412	Рабочие места, оснащенные компьютерами с выходом в сеть Интернет	<ul style="list-style-type: none"><li>–Операционная система Microsoft Windows Professional 10 Singl Upgrade Academic OLP 1 License No Level: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).</li><li>–Операционная система Microsoft WinHome 10 Russian Academic OLP License No Level Legalization Get Genuine: Лицензия №66734667 от 12.04.2016 г. (бессрочная).</li><li>–Пакет офисных приложений Microsoft Office 2016 Sngl Academic OLP License No Level: Лицензия 66734667 от 12.04.2016 (включает Word, Excel, PowerPoint) (бессрочная).</li><li>–Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Total Security для бизнеса Russian Edition.250-499 Node 2 yeas Education Renewal License Лицензия № 2434-200303-</li></ul>



## 12. Особенности обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предъявляются особые требования к организации образовательного процесса и выбору методов и форм обучения при изучении данной дисциплины.

Для обучения студентов с нарушением слуха предусмотрены следующие методы обучения:

- объяснительно-иллюстративный метод (лекция, работа с литературой);
- репродуктивный (студенты получают знания в готовом виде);
- программированный или частично-поисковый (управление и контроль познавательной деятельности по схеме, образцу).

Для повышения эффективности занятия используются следующие средства обучения:

- учебная, справочная литература, работа с которой позволяет развивать речь, логику, умение обобщать и систематизировать информацию;
- словарь понятий, способствующих формированию и закреплению терминологии;
- структурно-логические схемы, таблицы и графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, активирующие различные виды памяти;
- раздаточный материал, позволяющий осуществить индивидуальный и дифференцированный подход, разнообразить приемы обучения и контроля;
- технические средства обучения.

Во время лекции используются следующие приемы:

- наглядность;
- использование различных форм речи: устной или письменной – в зависимости от навыков, которыми владеют студенты;
- разделение лекционного материала на небольшие логические блоки.

Учитывая специфику обучения слепых и слабовидящих студентов, соблюдаются следующие условия:

- дозирование учебных нагрузок;
- применение специальных форм и методов обучения, оригинальных учебников и наглядных пособий;

Во время проведения занятий происходит частое переключение внимания обучающихся с одного вида деятельности на другой. Также учитываются продолжительность непрерывной зрительной нагрузки для слабовидящих. Учет зрительной работы строго индивидуален.

Искусственная освещенность помещения, в которых занимаются студенты с пониженным зрением, оставляет от 500 до 1000 лк. На занятиях используются настольные лампы.

Формы работы со студентами с нарушениями опорно-двигательного аппарата следующие:

- лекции групповые (проблемная лекция, лекция-презентация, лекция-диалог, лекция с применением дистанционных технологий и привлечением возможностей интернета);
- индивидуальные беседы;
- мониторинг (опрос, анкетирование).

Конкретные виды и формы самостоятельной работы обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов устанавливаются преподавателем самостоятельно. Выбор



форм и видов самостоятельной работы обучающихся осуществляются с учетом их способностей, особенностей восприятия и готовности к освоению учебного материала. При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное время для консультаций и выполнения заданий.

**1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ  
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Индекс компетенции	Формулировка	Разделы дисциплины				
		1	2	3	4	5
ОПК-4	способность использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования при разработке новых технологий и использовать современную профессиональную методологию для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов	+	+	+	+	+

**2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ  
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ  
ОЦЕНИВАНИЯ****2.1 Текущий контроль**

Индекс	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№ задания		
						Пороговый уровень	Базовый уровень	Повышенный уровень
ОПК-4	<i>Знание 1. основные физические законы и их использование в ветеринарии</i>	1	Фазовые и агрегатные состояния вещества, Механические свойства и особенности механических свойств биологических тканей	Лекция	Тестирование	3.2.1	3.2.1	3.2.1
	<i>Знание 2. физические основы жизнедеят</i>	1	Основные законы классической механики	Лекция	Тестирование	3.2.1	3.2.1	3.2.1



	<i>ельности организма</i>							
	<i>Умение грамотно объяснять процессы, происходя щие в организме, с биофизичес кой точки зрения</i>	1	Биомеханика клетки	Лекция	Тестирова ние	3.2.1	3.2.1	3.2.1
	<i>Владение способнос тью использова ть в профессио нальной деятельнос ти методы решения задач с использова нием современно го оборудован ия.</i>	1	Уметь использовать основные явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной механики при решении биофизических задач	Практиче ские занятия	Контроль ная работа	3.6.	3.6.	3.6.
ОПК-4	<i>Знание 1. основные физические законы и их использова ние в ветеринар ии</i>	2	Основные законы гидродинамики	Лекция, самостоят ельная работа	Тестирова ние	3.2.2	3.2.2	3.2.2
	<i>Знание 2. физические основы жизнедеят</i>	2	Основные законы гемодинамики	Лекция, самостоят ельная работа	Тестирова ние	3.2.2	3.2.2	3.2.2





	<i>ельности организма</i>							
	<i>Умение грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения</i>	2	Уметь использовать основные явления, фундаментальные понятия, законы гидродинамики для объяснения процессов гемодинамики	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.2.2 3.3.2 3.6.	3.2.2 3.3.2 3.6	3.2.2 3.3.2 3.6
	<i>Владение способностью использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования.</i>	2	Уметь использовать основные явления, фундаментальные понятия, законы гидродинамики при решении задач гемодинамики	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.2.2 3.3.2 3.6	3.2.2 3.3.2 3.6	3.2.2 3.3.2 3.6
ОПК-4	<i>Знание 1. основные физические законы и их использование в ветеринарии</i>	3	Молекулярная физика и поверхностные явления	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование			
	<i>Знание 2. физические основы жизнедеятельности</i>	3	Применение основных законов молекулярной физики для объяснения таких процессов, как	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование			



	<i>организма</i>		дыхание, фагоцитоз и других.					
	<i>Умение грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения</i>	3	Применение основных законов молекулярной физики для объяснения таких процессов, как дыхание, фагоцитоз и других.	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.6	3.6	3.6
	<i>Владение способностью использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования.</i>	3	Уметь использовать основные явления, фундаментальные понятия, законы молекулярной физики при решении биофизических задач	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.6	3.6	3.6
ОПК-4	<i>Знание 1. основные физические законы и их использование в ветеринарии</i>	4	Основные законы электростатики и электродинамики. Электрические и магнитные свойства веществ.	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование	3.2.3.	3.2.3.	3.2.3.
	<i>Знание 2. физические основы жизнедеятельности</i>	4	Процессы переноса, диффузия, электродиффузия.	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование	3.2.3.	3.2.3.	3.2.3.



	<i>организма</i>							
	<i>Умение грамотно объяснить процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения</i>	4	Транспорт веществ через биологические мембраны, биоэлектрические потенциалы	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.2.3. 3.3.3.	3.2.3. 3.3.3.	3.2.3. 3.3.3.
	<i>Владение способностью использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования.</i>	4	Уметь использовать основные явления и законы для решения биофизических задач	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.2.3. 3.3.3.	3.2.3. 3.3.3.	3.2.3. 3.3.3.
ОПК-4	<i>Знание 1. основные физические законы и их использование в ветеринарии</i>	5	Первое и второе начала термодинамики	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование			
	<i>Знание 2. физические основы жизнедеятельности</i>	5	Термодинамика открытых систем	Лекция, самостоятельная работа	Тестирование			



<i>организма</i>								
<i>Умение грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биофизической точки зрения</i>	5	Методы решения задач по геометрической оптике, интерференции, дифракции, поляризации света, методы измерения оптических величин	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа	3.6	3.6	3.6	
<i>Владение способностью использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с использованием современного оборудования.</i>	5	Уметь использовать основные явления, фундаментальные понятия, законы и теории корпускулярной и волновой оптики при решении физических задач и для измерения оптических величин	Практические занятия	Тестирование, контрольная работа,	3.6	3.6	3.6	

## 2.2. Критерии оценки на зачете

Результат зачета	Критерии
«зачтено»	Обучающийся показал знания основных положений учебной дисциплины, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента



«не зачтено»	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины
--------------	--

### 2.3. Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированности компетенции
Пороговый уровень	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать методы, процедуры, свойства.	От 60% до 75% верно выполненных заданий
Базовый уровень	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет законы.	От 75% до 90 % верно выполненных заданий
Повышенный уровень	Обучающийся анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	90 – 100 % верно выполненных заданий

### 2.4. Критерии оценки контрольной работы

Уровень	Критерии
Повышенный уровень	Все задачи решены правильно, способ решения рациональный, ко всем задачам, где это необходимо имеются поясняющие рисунки, даны необходимые пояснения к решению, ответы представлены в рациональной форме
Базовый уровень	Все задачи решены, в целом, правильно, имеется (в случае необходимости) поясняющий рисунок, допускаются: незначительные арифметические ошибки, представление ответа в нерациональной форме, или если выбран нерациональный путь решения
Пороговый уровень	ход решения задач был, в целом, верен, все формулы записаны правильно, но ответ в одной-двух задачах получен неправильный, решение не доведено до конца, нет необходимых пояснений
Работа не зачитывается	Нет решения более двух задач, в записанных формулах имеются ошибки или ход решения задач неверный, решение не доведено до конца или ответ неверный



### **3.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КЛЮЧИ (ОТВЕТЫ) К КОНТРОЛЬНЫМ ЗАДАНИЯМ, МАТЕРИАЛАМ, НЕОБХОДИМЫМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

#### **3.1 Контрольные вопросы к зачету**

1. Моделирование. Основные виды моделей в биофизике.
2. Формы существования материалов. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела. Полимеры. Жидкие кристаллы.
3. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука для деформации растяжения. Диаграмма растяжения. Предел прочности.
4. Особенности механических свойств биотканей. Вязкоупругое поведение биологических тканей. Модели вязкоупругого поведения.
5. Биомеханика живой клетки.
6. Уравнение неразрывности потока и его значение в гемодинамике.
7. Уравнение Бернулли. Следствия, вытекающие из уравнения Бернулли: закупорка артерии, поведение аневризмы.
8. Гидродинамика вязкой жидкости. Градиент скорости. Формула Ньютона для силы трения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
9. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Модель течения жидкости, по аналогии течения электрического тока.
10. Определение вязкости жидкости методом Стокса.
11. Капиллярный метод определения вязкости крови.
12. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса.
13. Факторы, влияющие на вязкость крови: температура, гематокрит, градиент скорости, организация эритроцитов в потоке крови.
14. Возникновение пульсовой волны. Формула Моэнса – Картавега.
15. Основные положения молекулярно-кинетической теории.
16. Особенности молекулярного строения жидкостей. Теория Френкеля. Поверхностное натяжение.
17. Явление смачивания. Краевой угол. Условие равновесия капли.
18. Добавочное давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
19. Капиллярные явления. Высота поднятия жидкости в капилляре.
20. Роль поверхностного натяжения в процессе дыхания. Явление газовой эмболии.
21. Самоорганизованные наноструктуры. Критический параметр упаковки. Строение и форма мицелл. Изотерма поверхностного натяжения мицеллярного ПАВ.
22. Функции биомембран. Структура и модели мембран.
23. Жидкостно-мозаичная модель строения биомембран (модель Синджера-Николсона).
24. Физические свойства мембран. Жидкокристаллическое состояние биомембран.
25. Латеральная диффузия и трансмембранные переходы (флип-флоп переходы).



26. Пассивный транспорт. Простая и облегченная диффузия.
27. Активный транспорт. Натрий – калиевый насосы.
28. Транспорт веществ через мембраны. Простая диффузия. Уравнение Фика.
29. Проницаемость мембраны. Уравнение диффузии через биологическую мембрану.
30. Явления переноса. Перенос вещества и перенос заряда. Уравнение Фика и уравнение Теорелла.
31. Уравнение Нернста-Планка для потока ионов через мембрану. Частные случаи уравнения Нернста-Планка.
32. Формирование потенциала покоя.
33. Теория Бернштейна. Уравнение Нернста-Планка для разности потенциалов на мембране.
34. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца.
35. Потенциал действия. Возникновение потенциала действия и деполяризация мембраны.
36. Строение ионного канала.
37. Распространение потенциала действия. Перехваты Ранвье.
38. Классификация термодинамических систем и процессов. Первое начало термодинамики для изолированных, закрытых и открытых систем.
39. Энтропия. Второе начало термодинамики для изолированной системы.
40. Второе начало термодинамики для открытых систем.
41. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние открытой биологической системы.
42. Изменение энтропии открытой системы. Теория Пригожина для открытой системы.
43. Неравновесная термодинамика. Обобщенные силы и обобщенные потоки.
44. Самоорганизация. Примеры формирования структур вдали от равновесных процессов.

### 3.2. Комплект тестовых заданий

#### 3.2.1. Тема. Физические основы механики. Механические свойства биологических тканей.

Физическая величина, равная отношению силы, действующей на образец, к площади поперечного сечения, называется

- а. механическим напряжением
- б. силой упругости
- в. относительным удлинением
- г. напряженностью
- д. относительным сжатием

Если после прекращения действия сил тело полностью восстанавливает свою форму, то деформация называется

- а. упругой



- б. неупругой
- в. пластической
- г. остаточной

Зависимость свойств биологических материалов от выделенного направления называется

- а. анизотропией
- б. изотропией
- в. аллотропией
- г. модификацией
- д. полиморфизмом

К какой среде с точки зрения механических свойств, относятся биологические ткани

- а. упругой
- б. вязкой
- в. вязкоупругой
- г. несжимаемой
- д. изотропной

### 3.2.2. Тема. Гидродинамика и гемодинамика

Уравнение Бернулли является следствием фундаментального закона сохранения

- а. энергии
- б. импульса
- в. момента импульса
- г. заряда
- д. скорости

Если скорость жидкости увеличится в 2 раза, то динамическое давление

- а. увеличится в 4 раза
- б. уменьшится в 4 раза
- в. увеличится в 2 раза
- г. уменьшится в 2 раза
- д. не изменится

При течении ньютоновской жидкости по цилиндрическим трубам профиль градиента скорости:

- а. параболический
- б. гиперболический
- в. уплощенный
- г. синусоидальный

Кровь является

- а. однородной жидкостью
- б. ньютоновской жидкостью с постоянным коэффициентом вязкости





- в. неньютоновской жидкостью с постоянным коэффициентом вязкости
- г. неньютоновской жидкостью с коэффициентом вязкости, зависящим от условий течения

Движение крови является примером:

- а. ламинарного течения
- б. турбулентного течения
- в. ламинарного и турбулентного течения

### 3.2.3. Тема. Биофизика мембранных процессов.

В нормальном состоянии липидная часть клеточной мембраны находится:

- а. в жидком состоянии
- б. в твердом кристаллическом состоянии
- в. в твердом аморфном состоянии
- г. в жидкокристаллическом состоянии

Жидкостно-мозаичная модель биологической мембраны включает в себя:

- а. липидный монослой
- б. липидный бислой
- с. липидный бислой, белки
- д. белковый слой и липидный монослой

В результате работы  $Na^+ - K^+$  насоса через клеточную мембрану переносится:

- а. 3  $K^+$  наружу, 2  $Na^+$  внутрь клетки
- б. 3  $Na^+$  внутрь клетки, 2  $K^+$  наружу
- в. 3  $Na^+$  наружу, 2  $K^+$  внутрь клетки
- г. 3  $K^+$  внутрь клетки, 2  $Na^+$  наружу

Активный транспорт веществ через мембрану отличается от пассивного транспорта:

- а. направлением относительно градиента концентрации
- б. использованием энергии
- в. видом переносимых ионов
- г. видом мембранных каналов

За пределами клетки находятся ионы, концентрация которых внутри клетки больше, чем снаружи. Поступление этих ионов в клетку возможно:

- а. путем пассивного транспорта
- б. путем активного транспорта
- в. путем простой диффузии через липидный бислой
- г. Путем простой диффузии через пору

При формировании потенциала покоя ионы калия перемещаются:

- а. внутрь клетки вследствие активного транспорта



- б. из клетки вследствие активного транспорта
- в. не перемещаются
- г. внутрь клетки вследствие простой диффузии

### 3.3. Задачи

#### 3.3.1. Задачи на механические свойства биологических тканей

1. Сухожилие длиной 16 см под действием силы 12,4 Н удлинится на 3,3 мм. Сухожилие можно считать круглым в сечении с диаметром 8,6 мм. Рассчитать модуль упругости этого сухожилия.
2. Для определения механических свойств костной ткани была взята пластинка из свода черепа со следующими размерами: длина  $L = 5$  см, ширина  $b = 1$  см, толщина  $h = 0,5$  см. Под действием силы  $F = 200$  Н пластинка удлинилась на  $\Delta L = 1,2 \times 10^{-3}$  см. Определить по этим данным модуль Юнга костной ткани при деформации растяжения.
3. Упругость мышцы пропорциональна ее поперечному сечению и составляет в среднем  $\sigma = 98 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>. Определите мощность, развиваемую мышцей при сокращении на  $\Delta l = 0,05$  м, если ее поперечное сечение  $S = 5 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>, а продолжительность сокращения  $t = 5$  с.

#### 3.3.2. Задачи на гемодинамику

1. Наблюдая под микроскопом движение эритроцитов в капилляре, можно измерить скорость течения крови ( $v_1 = 0,5$  мм/с). Средняя скорость тока крови в аорте составляет  $v_2 = 40$  см/с. На основании этих данных определите, во сколько раз сумма поперечных сечений всех функционирующих капилляров больше сечения аорты.
2. Определить избыточное давление, возникающее в аорте диаметром 10 мм в процессе ее расширения до 15 мм, если скорость движения крови составляет  $40 \cdot 10^{-2}$  м/с.
3. Найдите мощность, развиваемую сердцем человека при его сокращении продолжительностью  $t = 0,3$  с. Ударный объем крови  $V_0 = 60$  мл, скорость крови в аорте  $v = 0,5$  м/с. Среднее давление, при котором кровь выбрасывается в аорту левым желудочком,  $p = 13,3$  кПа. Учтите, что работа правого желудочка составляет 20 % работы левого. Плотность крови  $\rho = 1060$  кг/м<sup>3</sup>.
4. Из выходного патрубка капельницы вытекает инфузионный раствор. Найдите наибольшую скорость струи, если известно, что высота сосуда с раствором над катетером составляет  $h = 0,2$  м.



5. При некоторых заболеваниях критическое число Рейнольдса в сосудах принимает значение  $Re = 1160$ . Найдите скорость движения крови, при которой возможен переход ламинарного течения в турбулентное в сосуде диаметром  $D = 2$  мм. Плотность крови  $\rho_1 = 1060$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость крови  $\eta = 5$  мПа·с.
6. Вследствие потери упругих свойств сосудов при атеросклерозе число Рейнольдса  $Re$  существенно изменяется. Определите число Рейнольдса в сосуде диаметром  $D = 3$  мм, в котором скорость движения крови  $v = 1,8$  м/с. Принять плотность крови  $\rho = 1060$  кг/м<sup>3</sup>, а вязкость крови  $\eta = 5 \cdot 10^{-3}$  Па·с.
7. При чуме артерия сужается в 2 раза. Во сколько раз при этом изменится объемная скорость кровотока?

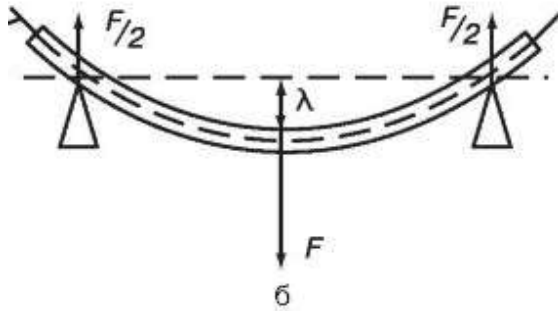
### 3.3.3 Задачи на биофизику мембран

1. Разность концентраций молекул вещества на мембране некоторой клетки равна  $\Delta c = 45$  ммоль/л, коэффициент распределения между мембраной и окружающей средой  $K = 30$ , коэффициент диффузии  $D = 1,5 \cdot 10^{-10}$  м<sup>2</sup>/с, плотность потока  $J = 25$  моль/(м<sup>2</sup> с). Рассчитайте толщину  $l$  этой мембраны.
2. Получая выражение для уравнения диффузии Фика через мембрану, полагают, что коэффициенты распределения веществ одинаковы по разные стороны мембраны. Однако для реальных биологических мембран это допущение неверно. Почему?
3. Чему равна напряженность электрического поля на мембране в состоянии покоя, если концентрация ионов калия внутри клетки 125 ммоль/л, снаружи - 2,5 ммоль/л, а толщина мембраны 8 нм?

### 3.6. Примерный вариант контрольной работы

#### Задача 1.

Из древесины вырезали стержень прямоугольного сечения с ребрами  $a = b = 5$  см. Стержень положили на упоры, находящиеся на расстоянии  $L = 50$  см друг от друга, и посередине между ними к нему приложили силу 700 Н. При этом стрела прогиба оказалась равной 0,5 см. Определить модуль Юнга древесины.

**Задача 2.**

Поток воды движется через почвенную пору диаметром  $D = 6 \cdot 10^{-5}$  м со скоростью  $1,2 \cdot 10^{-4}$  м/с. Определить число Рейнольдса, если температура почвы составляет  $20^{\circ}\text{C}$ .

**Задача 3.**

Разность концентраций молекул вещества на мембране некоторой клетки равна  $\Delta C = 45$  моль/ $\text{м}^3$ , коэффициент распределения между мембраной и окружающей средой  $K = 30$ , коэффициент диффузии  $D = 1,5 \cdot 10^{-10}$   $\text{м}^2/\text{с}$ , плотность потока  $J = 25$  моль/ $(\text{м}^2 \text{ с})$ . Рассчитайте толщину  $l$  этой мембраны.

**Задача 4.**

Вода в капилляре поднялась на высоту  $h = 22$  мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения, если диаметр капилляра  $d = 1$  мм (плотность воды  $\rho = 1000$   $\text{кг}/\text{м}^3$ )