

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

**Факультет естественных наук**

**Кафедра лабораторной диагностики, анатомии и физиологии**

**УТВЕРЖДАЮ**

Врио декана факультета естественных наук

Воронов М.В.

« 12 » 12 20 23 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
БИОФИЗИКА**

**По направлению подготовки 06.03.01 Биология**

**Профиль Общая биология**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Форма обучения очная, очно-заочная**

**Курс 4 (7 триместр) - ОФО, 4 (семестр В) - ОЗФО**

Луганск, 2024

Рабочая программа учебной дисциплины является частью образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» очной и очно-заочной форм обучения.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями), ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7.08.2020 г. № 920 (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 18 октября 2013 г. № 544н.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Старший преподаватель кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «ЛГПУ» Капустина Е.Н.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры лабораторной диагностики, анатомии и физиологии

« 12 » 12 20 23 г., протокол № 6/2

Заведующий кафедрой лабораторной диагностики, анатомии и физиологии

 Е.М. Климочкина

**ОДОБРЕНА**

на заседании Учебно-методической комиссии факультета естественных наук

« 12 » 12 20 23 г., протокол № 6

Председатель

Учебно-методической комиссии  
факультета естественных наук

 С.Н. Несторенко

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор Департамента образования

 Савенков В.В.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

**Цель** изучения дисциплины «Биофизика»: 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 ООП ВО.

Учебная дисциплина «Биофизика» относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины Б1.В.ДВ.13.01.

Освоение учебной дисциплины «Биофизика» 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», «Анатомия человека», «Органическая и биологическая химия» и др.

Дисциплина «Биофизика» является теоретической базой для прохождения педагогической практики, научно-исследовательской и преддипломной практик.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-6	ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований,	<b>знать:</b> 1. физические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов; 2. основные закономерности протекания биологических процессов с точки зрения термодинамики, механизмы их регуляции; 3. биофизические механизмы реализации генетической информации; 4. теоретическую и

	<p>приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии</p>	<p>практическую значимость биофизики, взаимосвязь с другими естественными науками;</p> <p>5. новейшие достижения в области биофизики и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства, медицины.</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>1. использовать знания биофизики для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах, как в норме, так и при возникновении патологии;</p> <p>2. использовать биофизические методы исследований в экспериментальной биологии.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>1. навыками проведения экспериментальных исследований в области биофизики.</p>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зач. ед.	
	Очная форма	Очно-заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка</b>	<b>72 ч./2 з.е.</b>	<b>72 ч./2 з.е.</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего часов), в том числе:</b>	<b>28</b>	<b>8</b>
Лекции	14	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	14	6
Лабораторные работы	-	-
Контрольные работы	-	-
Курсовая работа / курсовой проект	-	-
Другие формы организации учебного процесса	4	4
<b>Самостоятельная работа студента (всего часов)</b>	<b>40</b>	<b>56</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **Тема 1. Предмет и методы биофизики. Разделы биофизики. Термодинамика биологических процессов**

Предмет и задачи биофизики. Особенности биологических и физических законов. Методологические проблемы биофизики. Редукционизм как метод познания сложного. История развития биофизики. Становление биофизики как учебной дисциплины. Связь биофизики с производством, медициной и сельским хозяйством.

Основные разделы биофизики: термодинамика, кинетика биологических процессов, молекулярная биофизика, проницаемость биологических мембран, радиобиология.

Значение термодинамики для анализа биологических процессов. Виды энергии, важные для функционирования биологических систем; химическая, электрическая, осмотическая, механическая, тепловая энергии. Качество энергии. Основные термодинамические функции; энергия, энтальпия, энтропия, свободная энергия, химический потенциал. Равновесная термодинамика. Первый закон термодинамики. Экспериментальная проверка первого закона в биологических системах. Второй закон термодинамики различные формулировки второго закона. Концентрационные градиенты в биологических системах и активный транспорт

### **Тема 2. Линейная неравновесная термодинамика. Нелинейная неравновесная термодинамика**

Линейная неравновесная термодинамика биологических процессов. Основные понятия неравновесной термодинамики; силы и потоки, линейные соотношения, степень сопряжения, эффективность сопряжения. Стационарные состояния вблизи равновесия. Теорема Пригожина. Описание сопряжения процессов в клетке в рамках линейной термодинамики.

Нелинейная термодинамика. Свойства термодинамических систем вдали от равновесия. Самоорганизация в термодинамических системах. Диссипативные структуры. Дарвиновский отбор и нелинейная термодинамика. Информационные процессы в биологических системах. Термодинамика информационных процессов.

### **Тема 3. Особенности кинетики биохимических процессов. Математическое моделирование биологических процессов.**

Особенности кинетики биохимических процессов в клетке; разнообразие химических реакций в ограниченном объеме, организация метаболических путей, компартментализация, связь с физиологией клетки. Принцип узкого места.

Математическое моделирование биологических процессов. Концепция фазового пространства. Фазовая плоскость. Качественный анализ математических моделей. Классификация особых точек; узлы, седла, фокусы. Отображение и потоки. Типы поведения динамических систем; стационарная кинетика, колебательный режим, хаотическая динамика и их математическое выражение. Квадратичное отображение в описании динамики популяций. Модель В. Вольтерры «хищник-жертва». Кинетика простейшей одностратной ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ферментативная

реакция с субстратным ингибированием. Кооперативная кинетика. Уравнение Хилла. Биологические часы. Анализ работы биологических часов с помощью понятия о предельном цикле. Множественность стационарных состояний. Сопряжение процесса диффузии и реакции с субстратным ингибированием. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим. Модель брюсселятора, диссипативные структуры.

#### **Тема 4. Уровни организации биополимеров. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров. Конформационная энергия. Электронные уровни в биополимерах. Спектральные свойства биополимеров. Перенос электронов в биологических системах. Методы исследования структуры биополимеров**

Молекулы – основа биологических структур. Основные физико-химические характеристики белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов и их биологическое значение. Роль межмолекулярных взаимодействий в функционировании макромолекул. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров; ковалентные связи, диполь-дипольные взаимодействия, дисперсионные силы, водородные связи. Влияние физико-химических условий на прочность различных связей. Модель свободносочлененной полимерной цепи. Роль вандерваальсовых взаимодействий в формировании белковой глобулы. Теоретические предсказания вторичной и третичной структуры на основе первичной структуры. Расчет энергии молекул биополимеров в различных конформациях. Кооперативные свойства молекул биополимеров. Фазовые переходы в биополимерах. Переходы спираль-клубок. Биологическое значение кооперативных свойств белков.

Синглетные и триплетные состояния. Спектры поглощения, флуоресценции и фосфоресценции. Миграция энергии и ее роль в фотобиологических процессах. Перенос электрона в энергетических процессах – окислительном - и фотофосфорилировании. Окислительно-восстановительные потенциалы переносчиков электронов и их пространственное расположение. Туннельный эффект. Роль конформационной подвижности в туннелировании электронов.

Методы исследования структуры и конформационной подвижности биополимеров; рентгеноструктурный анализ, ядерный магнитный резонанс, ЭПР, оптические методы.

#### **Тема 5. Физико-химические характеристики мембранных белков и липидов. Фазовые переходы биомембран.**

Физико-химические характеристики мембранных белков и липидов. Структура мембран. Поверхностный заряд биомембран. Электрокинетический потенциал, методы его измерения и использование для исследования поверхности клеток и липосом.

Фазовые переходы в липидной матрице биомембран и их биологическое значение. Температурная зависимость активности мембранных ферментов. Адаптация к различным условиям на уровне мембран.

#### **Тема 6. Пассивная проницаемость мембран. Активный транспорт через биомембраны. Транспорт ионов. Индуцированный транспорт.**

Роль транспорта веществ через биомембраны в физиологии клетки. Разнообразие механизмов транспорта веществ. Простая диффузия. Закон Фика и уравнение проницаемости. Исследования Овертона, Коллендера и Берлунда. Катализируемая диффузия. Молекулярные механизмы и биологическое значение.

Активный транспорт. Энергетика активного транспорта. Вторичный активный транспорт; симпорт, антипорт. Na, K-АТФаза. Транспорт ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Соотношение Уссинга. Ионные каналы. Строение каналов и их свойства. Индуцированный транспорт ионов. Подвижные переносчики и каналоформеры.

#### **Тема 7. Физические основы возникновения биопотенциалов. Схема фотобиологического процесса. Спектры действия. Квантовый выход**

Роль биопотенциалов в физиологии клетки. Механизмы разделения электрических зарядов в биологических системах. Концентрационная разность потенциалов. Формула Нернста. Потенциал покоя. Уравнение Гольдмана. Электрическая эквивалентная схема электровозбудимой мембраны. Потенциал действия. Динамика ионных токов в процессе развития потенциала действия. Работы Ходжкина, Хаксли и Каца. Математическое описание потенциала действия в модели Ходжкина-Хаксли. Распространение потенциала действия по нервному волокну. Кабельная теория проведения нервного импульса.

Ультраструктура тилакоидов хлоропластов. Квантосомы. Общая схема первичных стадий фотосинтеза. Термодинамика фотосинтеза. Спектры действия фотосинтеза. Эффект Эмерсона. Две фотохимические системы в первичных стадиях фотосинтеза зеленых растений. Транспорт электронов при фотосинтезе. Спектры действия фотоповреждений при облучении ультрафиолетом. Внутримолекулярная миграция энергии. Химические превращения в белках и нуклеиновых кислотах при ультрафиолетовом облучении. Фотодинамическое действие видимого света. Миграция энергии при фотодинамическом эффекте. Механизмы фотопрепарации и фотозащиты.

#### **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма
1	Предмет и методы биофизики. Разделы биофизики. Термодинамика биологических процессов	2	2
2	Линейная неравновесная термодинамика. Нелинейная неравновесная термодинамика	2	-
3	Особенности кинетики биохимических процессов. Математическое моделирование биологических процессов.	2	-

4	Уровни организации биополимеров. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров. Конформационная энергия. Электронные уровни в биополимерах. Спектральные свойства биополимеров. Перенос электронов в биологических системах. Методы исследования структуры биополимеров	2	-
5	Физико-химические характеристики мембранных белков и липидов. Фазовые переходы биомембран.	2	-
6	Пассивная проницаемость мембран. Активный транспорт через биомембраны. Транспорт ионов. Индуцированный транспорт.	2	2
7	Физические основы возникновения биопотенциалов. Схема фотобиологического процесса. Спектры действия. Квантовый выход	2	2
<b>Итого:</b>		14	6

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Очно-заочная форма
1	Линейная и нелинейная неравновесная термодинамика	2	2
2	Кинетика биологических процессов.	2	2
3	Молекулярная биофизика	2	-
4	Проницаемость биологических мембран.	2	-
5	Биопотенциалы	2	-
6	Набухание тканей	2	-
7	Электропроводность биологических объектов.	2	2
<b>Итого:</b>		14	6

#### 4.5. Лабораторные работы не предусмотрены



#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Очно- заочная форма
1	Кинетические модели. Моделирование активности мембранного канала.	конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе)	2	4
2	Редукция ферментативной модели. Псевдостационарная модель. Теорема Тихонова.	Написание реферата; проработка материала по теме.	2	6
3	Перенос электронов в биологических системах	конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе)	2	6
4	Конформационная энергия	конспектирование первоисточников	2	4
5	Активный транспорт через биомембраны	Написание реферата; проработка материала по теме.	4	4
6	Транспорт ионов	подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;	4	6
7	Математическое моделирование биологических процессов.	конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; проработка учебного материала (по	4	4

		конспектам лекций учебной и научной литературе)		
8	Фазовые переходы биомембран.	конспектирование первоисточников	4	4
9	Схема фотобиологического процесса	подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;	4	6
10	Методы исследования структуры биополимеров	конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе)	4	4
11	Возбудимые среды. Распространение возбуждения.	конспектирование первоисточников	4	4
12	Модели сердечной мышцы как сложной биологической системы	конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе)	4	4
<b>Итого:</b>			40	56

#### **4.7. Курсовые работы.**

Не предусмотрены

#### **5. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся необходимо использовать инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

*Информационные технологии:* использование электронных образовательных ресурсов (компьютерные презентации лекционного материала) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

*Работа в команде:* совместная работа студентов в группе при выполнении практических работ, выполнении групповых домашних заданий по темам лабораторных работ.

#### **6. Формы контроля освоения дисциплины.**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические работы по дисциплине в следующих формах:

- подготовка презентаций, докладов;
- подготовка и ответ на практических работах;
- конспектирование тем самостоятельной работы.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

Система накопления баллов по видам работ отражается в таблице.

#### **Баллы, которые получают студенты очной формы обучения**

Вид текущей учебной работы	Количество баллов
Подготовка презентаций, докладов	10
Выполнение и защита практических работ	40
подготовка и ответ на практических работах	30
конспектирование тем самостоятельной работы	10
Контрольная работа	10
Итого за семестр:	100

#### **Накопительная система оценивания по 100-бальной шкале**

Четырехбал- льная система оценивания экзамена	100- балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100- балльной шкале	Система оцени- вания зачета
Отлично	90– 100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	

Хорошо	83– 89	<b>В</b> – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	75– 82	<b>С</b> – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетв о- рительно	63– 74	<b>Д</b> – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетв о- рительно	50– 62	<b>Е</b> – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовле тво- рительно	21– 49	<b>FX</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	

Неудовлетворительно	0–20	<b>F</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий
---------------------	------	--

## **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература: 1. Антонов В. Ф. Физика и биофизика. Курс лекций, М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. 2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика / Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. / Дрофа, 2008. - (Высшее образование)

б) дополнительная литература:

1. Антонов В.Ф., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов. ГЭОТАР-Медиа, 2006.

2. Рубин А. Б. Биофизика. М.: Книжный дом “Университет”, Т. 1-2. 1999-2000.

3. Антонов В. Ф. Биофизика. М.: Гум. издат. центр “Владос”, 2002.

4. Плонси Р., Барр Р. Биоэлектричество. Количественный подход. М.: Мир, 1976.

в) Интернет-ресурсы:

<http://shop.rcd.ru/>

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

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...) и т.п.

- Технические средства учебы - компьютер, калькуляторы, проектор;

- Учебно-наглядные пособия - таблицы, схемы, слайды, муляжи;

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде, и т.п.

## 1. Лист дополнений и изменений

[illegible]

