

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
В.Г. Артюхов



30.05.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.35 Общая и медицинская биофизика**

- 1. Код и наименование специальности:** 30.05.03 Медицинская кибернетика
- 2. Специализация:**
- 3. Квалификация выпускника:** врач-кибернетик
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра биофизики и биотехнологии
- 6. Составители программы:**  
Артюхов Валерий Григорьевич, доктор биологических наук, профессор;  
Башарина Ольга Владимировна, кандидат биологических наук, доцент;  
Холявка Марина Геннадьевна, доктор биологических наук, доцент;  
Калаева Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом медико-биологического факультета, протокол от 22.04.2024, № 3
- 8. Учебный год:** 2027/2028, 2028/2029                      **Семестр(ы):** 7, 8, 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- овладение теоретической концептуальной базой дисциплины;
- освоение основных теоретических положений биофизики как самостоятельной науки;
- приобретение знаний о физико-химических процессах и механизмах, которые лежат в основе жизнедеятельности биологических объектов;
- овладение практическими навыками проведения медицинских исследований с применением методов биофизики.

*Задачи учебной дисциплины:*

- сформировать знание и понимание биофизических явлений и процессов;
- научиться выявлять единство в многообразии биологических явлений путем раскрытия общих молекулярных механизмов взаимодействий, лежащих в основе биологических процессов;
- сформировать представления о регуляторных механизмах обеспечения гомеостаза живых систем, о применимости законов термодинамики к биологическим системам; об особенностях кинетики биологических процессов; о механизмах транспорта веществ в живых организмах; о механизмах генерации биопотенциалов;
- получить практические навыки работы, освоить биофизические методы анализа; сформировать способность решать определенные исследовательские задачи, устанавливать причинно-следственные связи в функционировании биообъектов;
- сформировать умение проводить качественный и количественный фотометрический и флуориметрический анализы; регистрировать хемилюминесценцию, определять параметры биосистемы по кинетическим кривым хемилюминесценции; строить линейные и нелинейные математические модели, находить решения для линейных моделей аналитическим и численным методами, верифицировать параметры моделей по экспериментальным данным или по результатам клинического исследования с применением цифровых технологий;
- получить навыки интерпретации результатов лабораторных исследований;
- сформировать умения и навыки применения полученных теоретических и практических знаний в медицинской и научно-исследовательской деятельности;
- сформировать умение формулировать и планировать задачи исследований в биофизике, воспроизводить современные методы исследования и разрабатывать новые методические подходы для решения задач медико-биологических исследований с использованием цифровых технологий.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Общая и медицинская биофизика» относится к обязательным дисциплинам базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: умение решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, цифровых технологий и учетом основных требований информационной безопасности; умение использовать основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач; умение оценивать результаты лабораторных, инструментальных, патолого-анатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК 1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач	<p>знать: фундаментальные основы общей и медицинской биофизики; теоретические основы методов биофизических исследований;</p> <p>уметь: ставить и решать профессиональные задачи в области общей и медицинской биофизики;</p> <p>владеть: практическими навыками биофизических исследований;</p>
		ОПК-1.2	Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач	<p>знать теоретические и методические основы биофизики.</p> <p>уметь проводить биофизическое исследование.</p> <p>владеть навыками применения теоретических знаний при решении практических профессиональных задач</p>
		ОПК 1.3	Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач	<p>знать терминологию биофизики, законы биофизики.</p> <p>уметь использовать информационные, библиографические ресурсы для решения стандартных задач в области биофизики.</p> <p>владеть навыками использования в своей работе информационно-аналитических системы и информационно-телекоммуникационной сети «интернет»</p>
ОПК-5	Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биофизических и иных процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека	ОПК-5.1	Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	<p>знать: биофизические основы функционирования биосистем на клеточном, тканево-органном и организменном уровне;</p> <p>уметь: объяснить наблюдаемые явления и процессы с точки зрения законов биофизики;</p> <p>владеть: навыками интерпретации результатов эксперимента с точки зрения биофизики.</p>
		ОПК-5.3	Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	<p>знать: теоретические основы биофизических методов исследования биосистем и биообъектов;</p> <p>уметь: выбрать биофизический метод исследования, адекватный поставленной задаче;</p> <p>владеть: навыками работы с научно-исследовательскими приборами и оборудованием, применяемыми в биофизике</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 10 ЗЕ / 360 ч.**

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет (7 сем), зачет с оценкой (8 сем); экзамен (9 сем)

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Всего	7 семестр		8 семестр		9 семестр	
			ч.	ч., в форме ПП	ч.	ч., в форме ПП	ч.	ч., в форме ПП
Аудиторные занятия		160	48		64		48	
в том числе:	лекции	64	16		32		16	
	практические	–	–		–		–	
	лабораторные	96	34		32		32	
	групповые консультации	56	24		16		16	
Самостоятельная работа		108	34		28		44	
в том числе: курсовая работа (проект)		–	–		–		–	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		36	–		–		36	
Итого:		360	108		108		144	

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Предмет и задачи общей и медицинской биофизики. Проблемы современной медицинской биофизики.	Предмет и задачи общей и медицинской биофизики. Проблемы современной медицинской биофизики, перспективы ее развития	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a> ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
1.2	Гемодинамика	Общие вопросы механики и гемодинамики: понятие положения, скорости, ускорения. Законы движения жидких тел. Основы механики жидкостей: напряжение, гидростатическое давление, вязкость. Виды вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Теорема Бернулли. Движение жидкости в трубках. Пуазелевское течение жидкости в трубке, число Рейнольдса, турбулентность при течении в трубке. Течение жидкости в сужающейся, изогнутой трубке, обтекание тел. Гемодинамические основы кровообращения. Линейная и объемная скорость кровотока. Методы измерения скорости движения крови. Градиент скорости течения крови.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a> ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
1.3	Молекулярная биофизика в медицине.	Биофизика белка и нуклеиновых кислот. База данных Protein Data Bank, платформы NCBI, EMBL. Динамическое поведение белковых молекул. Подвижность и жесткость структуры белка. Подвижность белковой конформации и функции белков. Общие представления о структуре и механизме действия ферментов. Фолдинг белков. Шапероны и фолдазы. Болезни	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a> ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>

		<p>человека, связанные с нарушением фолдинга. Денатурация белков. Понятие о расплавленной глобуле. Факторы, вызывающие денатурационные изменения белковых молекул. Методы исследования денатурации белков, их анализ. Понятие о протеоме. Протеомика, ее задачи. Структурная и функциональная протеомика. Методы и инструменты для исследования и моделирования пространственной структуры белка. Методы молекулярной биофизики (электрофорез, хроматография, центрифугирование, спектрофотометрия, люминесцентный анализ, масс-спектроскопия и др.) в клинической практике. Структура нуклеиновых кислот. Силы стабилизации структуры биополимеров. Роль воды в формировании структуры биомолекул</p>	
1.4	<p>Свободные радикалы в биосистемах. Антиоксиданты, механизм действия.</p>	<p>Свободные радикалы в биосистемах. Их роль в норме и при патологии. Активные формы кислорода. Пероксидное окисление липидов. Оксид азота и его биологическая роль. Антиоксиданты, механизм действия. Болезни человека, связанные с нарушением функционирования антиоксидантной системы.</p>	<p>ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a></p> <p>ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a></p> <p>Медицинская биофизика: молекулы и болезни <a href="https://openedu.ru/course/msu/MEDBIO/">https://openedu.ru/course/msu/MEDBIO/</a></p>
1.5	<p>Биофизика мембран</p>	<p>Модельные липидные мембраны. Применение липосом при изготовлении лекарств. Механизмы транспорта веществ через биологические мембраны. Виды ионных каналов, регуляция их работы. Свободнорадикальные процессы в биомембранах. Пероксидное окисление липидов мембран. Современная модель мембраны и роль липидов в функционировании мембран. Мембранные рафты. Холестерин как компонент клеточных мембран, его роль в развитии патологий. Типы клеточной гибели. Апоптоз и некроз. Их роль в развитии патологий. Нарушение работы мембранных систем как одна из причин патологий в функционировании клеток (биологическая смерть клеток при гипоксии, интоксикациях, механических повреждениях тканей, отморожениях и ожогах, действии ионизирующих излучений). Нарушения функционирования мембран как следствие изменения активности работы мембранных ферментов, деятельности мембранных рецепторов или ионных каналов. Роль мембранных структур при заболеваниях нервной системы, при развитии атеросклероза и ишемической болезни сердца.</p>	<p>ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a></p> <p>ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a></p>

1.6	Биоэлектрические потенциалы. Биофизика клеточной подвижности и мышечного сокращения	Виды биопотенциалов, механизм формирования потенциала покоя. Уравнения Нернста, Гольдмана, Томаса, Ходжкина-Хаксли. Потенциал действия, его свойства. Биофизика нервного импульса. Механизм возникновения автоколебаний в биологических системах, распространение автоволн в возбудимых средах. Проблемы хронобиологии, использование принципов хрономедицины в разработке методов лечения аритмий сердца и других заболеваний, связанных со спонтанной возбудимостью нервных и мышечных тканей.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a> Медицинская биофизика: молекулы и болезни <a href="https://openedu.ru/course/msu/MEDBIO/">https://openedu.ru/course/msu/MEDBIO/</a>
1.7	Биофизика рецепции	Типы клеточных рецепторов. Механизм передачи сигнала в клетку. Лиганд-рецепторное взаимодействие. Первичные и вторичные мессенджеры. Механизм действия гормонов. Биофизика слуха. Слуховые рецепторы, механизм рецепции звуковых колебаний. Фоторецепция, ее молекулярные механизмы. Строение палочек и колбочек. Фотохимические превращения родопсина.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
1.8	Радиационная биофизика	Физико-химические основы действия ионизирующих излучений. Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующих излучений. Механизмы поглощения энергии ионизирующих излучений. Дозиметрия. Виды доз. Взаимодействие разных видов ионизирующего излучения с биомолекулами. Механизм развития лучевого поражения. Проявление лучевого поражения на уровне клетки. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений. Лучевая болезнь человека. Опосредованные и отдаленные эффекты облучения.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
1.9	Квантовая биофизика. Фотобиология и фотомедицина	Квантовая биофизика. Энергетические уровни молекул. Взаимодействие квантов света с молекулами. Условия поглощения кванта света. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Качественные и количественные показатели поглощения света. Спектральные свойства некоторых биомолекул. Люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение люминесцентного анализа в биологии и медицине. Флуоресцентные метки и зонды, их применение в медицине. Фотобиологические процессы и их стадии. Фотохимические превращения биополимеров и биомембран. Основные направления	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>

		фотомедицины. Фототерапия. Фотодинамическая терапия. Фотопротекторы и фотосенсибилизаторы, механизмы их действия. Понятие об индуцированном излучении. Принцип действия гелий-неонового лазера, его применение в медицине.	
<b>2. Практические занятия</b>			
не предусмотрены			
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.2	Гемодинамика	Виды вязкости. Определение вязкости различных растворов. Характеристическая вязкость биополимеров. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Решение задач по теме	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.3	Молекулярная биофизика в медицине	Исследование пространственной структуры белковых молекул <i>in silico</i> . Базы данных Protein Data Bank, платформы ncbi, embl. Поиск гомологов целевого белка. Выявление консервативных последовательностей в белке. Поиск потенциальных сайтов связывания. Анализ пространственной организации молекулы белка. Программы BLAST, ClustalW, BioEdit, Vftstro, Mole.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.4	Свободные радикалы в биосистемах. Антиоксиданты, механизм действия	Определение активности некоторых ферментов антиоксидантной системы человека. Влияние физических факторов на активность данных ферментов. Определение уровня ПОЛ методом хемилюминесценции. Изучение продукции АФК нейтрофилами с помощью метода индуцированной хемилюминесценции	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.5	Биофизика мембран	Модельные липидные мембраны. Получение липосом. Применение липосом при изготовлении лекарств. Исследование осмотической стойкости мембран эритроцитов при воздействии некоторых физических факторов. Спектрофотометр UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программное приложение UVProbe для анализа кинетики процесса гемолиза.	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.6	Биоэлектрические потенциалы. Биофизика клеточной подвижности и мышечного сокращения	Виды биопотенциалов, механизм формирования потенциала покоя и действия. Способы измерения биопотенциалов. Решение задач по теме. Изучение автоколебаний с помощью методов математического моделирования. Построение регрессионных моделей в программе STADIA	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.8	Радиационная биофизика	Физико-химические основы действия ионизирующих излучений. Дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10. Приложения RadLabs и Monirad для планшета	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>  ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
3.9	Квантовая биофизика. Фотобиология и	Механизмы терапевтического действия УФ-света на кровь. Исследование влияния УФ-света на	ЭУМК «Медицинская биофизика», <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a>

фотомедицина	спектральные характеристики гемоглобина человека. Спектрофотометр UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программное приложение UVProbe для анализа спектральных характеристик биообъектов. Исследование влияния УФ-света на функциональные свойства лимфоцитов. Механизм фотоиндуцированного гемолиза эритроцитов. Влияние фотопротекторов и фотосенсибилизаторов на фотоиндуцированный гемолиз эритроцитов.	ЭУМК "Биофизика" <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694</a>
--------------	---	---

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
1	Предмет и задачи медицинской биофизики. Проблемы современной биофизики.	2	-	-	-	4	6
2	Гемодинамика	6	-	10	6	12	34
3	Молекулярная биофизика в медицине.	10	-	16	8	12	46
4	Свободные радикалы в биосистемах. Антиоксиданты, механизм действия.	8	-	16	6	14	46
5	Биофизика мембран	10	-	16	8	14	48
6	Биоэлектрические потенциалы. Биофизика клеточной подвижности и мышечного сокращения	6	-	6	6	10	28
7	Биофизика рецепции	4	-	2	6	12	26
8	Радиационная биофизика	8	-	16	8	14	46
9	Квантовая биофизика. Фотобиология и фотомедицина	10	-	16	8	14	48
	Контроль						36
	Итого:	64	-	98	56	106	360

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:



Информация по учебной дисциплине «Общая и медицинская биофизика» (основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 30.05.02 Медицинская биофизика, учебный план, рабочая программа дисциплины «Общая и медицинская биофизика», фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715> и <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694>).

Изучение дисциплины «Общая и медицинская биофизика» предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, выполнение курсовой работы и самостоятельную работу студентов.

Освоение содержания дисциплины осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ) – электронных учебных курсов "Биофизика" и «Медицинская биофизика», расположенных по адресам: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9694> и <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715> на портале «Электронный университет ВГУ». Перед началом учебных занятий обучающийся должен:

1. Проверить наличие доступа к курсу. В случае выявления проблем своевременно обратиться к преподавателю или в службу технической поддержки.

2. Изучить интерфейс курса, знать способы взаимодействия с преподавателем в рамках ЭУК: сообщение на форуме, отправка личного сообщения, чат.

3. Ознакомиться с целью и задачами дисциплины, перечнем формируемых компетенций и результатов обучения, программой дисциплины, календарным планом, траекторией освоения дисциплины, комплексом вопросов и требований для промежуточной аттестации.

4. Ознакомиться с перечнем основной и дополнительной литературы, а также списком электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины. Получить доступ к электронным библиотечным системам, на которые оформлена подписка ФГБОУ ВО «ВГУ».

Самостоятельная работа студентов осуществляется с использованием рекомендованных МООК, учебников и учебных пособий в ходе подготовки к лекционным и лабораторным занятиям. Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса и самостоятельно, прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы и учебно-методических пособий, согласно указанному списку (п.15).

На лабораторных занятиях студенты в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе лабораторных работ студенты приобретают навыки проведения эксперимента, умения интерпретировать полученные результаты, обрабатывать и представлять полученные данные. В конце лабораторного занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии). В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования компетенций (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-5.1 и ОПК-5.3). Текущая аттестация по дисциплине «Общая и медицинская биофизика» включает в себя защиту лабораторных работ и выполнение практических заданий. Планирование и организация текущих аттестаций осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Формами промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся являются зачет, зачет с оценкой и экзамен.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1..	Артюхов В.Г. Структурно- функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия : учебное пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. - Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. – 156 с.
2.	Биофизика : учеб. для вузов / под ред. В.Г. Артюхова. – М. : Академический Проект : Екатеринбург : Деловая книга, 2009. – 294 с.
3.	Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учеб. для вузов / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. – М. : Физматлит, 2008. – 181 с – ЭБС «Лань». - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2221#authors">https://e.lanbook.com/book/2221#authors</a> .
4.	Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учеб. для вузов / А.Н. Ремизов. – ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 656 с. – ЭБС «Консультант студента» - URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html</a>
5.	Практикум по биофизике / В.Г. Артюхов [и др.] ; Воронеж. гос. ун-т ; [под общ. ред. В.Г. Артюхова] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 313 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж : изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 280 с.
7.	Курс физики : учебник для студ. вузов, обуч. по естественнонауч. направлениям / А. Н. Ремизов, А. Я. Потапенко .— 3-е изд., стер. — М. : Дрофа, 2006 .— 720 с
8.	Рубин А.Б. Биофизика : учеб. для вузов : в 2 т. / А.Б. Рубин. – М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2004. Т.1 : Теоретическая биофизика. – 2004. – 462 с. Т.2 : Биофизика клеточных процессов. – 2004. – 469 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Источник
1	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента»). – URL: <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
2	ЭБС Университетская библиотека онлайн. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
3	ЭБС «Издательства «Лань». - URL <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>
4	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
5	Текстовая база данных медицинских и биологических публикаций на английском языке Национальной медицинской библиотеки США - URL <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>
6	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6715</a> – ЭУК "Медицинская биофизика" на платформе "Электронный университет ВГУ"

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Башарина О. В. Спектральные и хроматографические методы анализа биосистем : учеб. материалы к большому практикуму / О. В. Башарина, В. Г. Артюхов. - Воронеж : Изд-во ВГУ, 2006. - 65 с. – <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06135.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06135.pdf</a> >
2.	Артюхов В.Г. Поиск, систематизация, обработка и анализ информации в биофизических и биологических исследованиях : учеб. пособие / В.Г. Артюхов, Е.А. Калаева, М.Г. Холявка ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. - 125 с.
3.	Выпускные квалификационные работы: правила оформления : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Ю.А. Лысенко, М.Ю. Грабович .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007 .— 22 с. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m07-9_.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m07-9_.pdf</a> >.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения, дистанционные образовательные технологии, цифровые технологии.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория для проведения лекционного типа Специализированная мебель, проектор Acer X115H DLP, экран для проектора, ноутбук Lenovo G580 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 190
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Специализированная мебель, экран настенный Digis Optimal-C DSOC-1103, проектор Acer X115H DLP, ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 365
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, лабораторная посуда, рН-метр портативный HI83141, микроскопы Микмед, Спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ, программно-методический комплекс биохимиллюм.анализа, центрифуга Eppendorf, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3	г. Воронеж, Университетская пл., д.1, пом. I, ауд. 61
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютеры Celeron, Pentium, проектор Sanyo, WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 67

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Предмет и задачи медицинской биофизики. Проблемы современной медицинской биофизики.	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности ОПК-5. Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биофизических и иных процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач  ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	Вопрос к зачету № 1
2.	Гемодинамика	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека ОПК-1.2. Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	Лабораторная работа № 1; Практическое задание IV
3.	Молекулярная биофизика в медицине.	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических	Лабораторная работа № 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		деятельности	<p>процессов, происходящих в организме человека</p> <p>ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач</p> <p>ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических , биохимических процессов, происходящих в организме человека</p>	
4	Свободные радикалы в биосистемах. Антиоксиданты, механизм действия.	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач</p> <p>ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека</p> <p>ОПК-1.2. Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач</p> <p>ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач</p> <p>ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических , биохимических процессов, происходящих в организме человека</p>	Лабораторные работы №№ 3-5
5	Биофизика мембран	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач</p> <p>ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека</p> <p>ОПК-1.2. Использует основные естественнонаучные понятия и методы</p>	Лабораторные работы №№ 6-7; Практическое задание I

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
			исследований при решении профессиональных задач ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	
6.	Биоэлектрические потенциалы. Биофизика клеточной подвижности и мышечного сокращения	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека ОПК-1.2. Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	Лабораторная работа № 8; Практические задания II, III
7.	Биофизика рецепции	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека	
8.	Радиационная биофизика	ОПК-1. Способен использовать и применять	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и	Лабораторная работа № 9;

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<p>прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач ОПК-5.1. Понимает сущность биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека</p> <p>ОПК-1.2. Использует основные естественнонаучные понятия и методы исследований при решении профессиональных задач</p> <p>ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека</p>	Практическое задание V
9.	Квантовая биофизика. Фотобиология и фотомедицина	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Применяет фундаментальные и прикладные медицинские знания для постановки и решения профессиональных задач</p> <p>ОПК 1.3. Интерпретирует результаты естественнонаучных исследований при решении профессиональных задач ОПК-5.3. Организует и проводит мероприятия по изучению биофизических, биохимических процессов, происходящих в организме человека</p>	Лабораторные работы №№ 10-11
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет (7 семестр), зачет с оценкой (8 семестр), экзамен (9 семестр)				Перечень вопросов к зачету, Перечень вопросов к экзамену; Практические задания

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### 20.1.1. Перечень практических заданий (задач)

##### I. Биологические мембраны. Структура, свойства

1. Удельная электрическая емкость мембраны аксона, измеренная внутриклеточным микроэлектродом, оказалась равной 0,5 микрофарад/см<sup>2</sup>. По формуле плоского конденсатора оценить толщину гидрофобного слоя мембраны с диэлектрической проницаемостью, равной 2.
2. Какое расстояние на поверхности мембраны эритроцита проходит молекула фосфолипида за 1 секунду в результате латеральной диффузии? Коэффициент латеральной диффузии принять равным  $10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с. Сравните с окружностью эритроцита диаметром 8 мкм.
3. При фазовом переходе мембранных фосфолипидов из жидкокристаллического состояния в гель толщина бислоя изменяется. Как при этом изменится электрическая емкость мембраны? Как изменится напряженность электрического поля в мембране?
4. С помощью спин-меченых молекул фосфолипидов установлен градиент вязкости по толщине мембраны. Опишите эксперимент. Где вязкость выше: у поверхности мембраны или в ее центре?
5. Как изменится облегченная диффузия ионов калия с участием молекулы валиномицина после фазового перехода мембранных липидов из жидкокристаллического состояния в гель?
6. Осмотический эффект в живых клетках сопровождается их набуханием в гипотоническом растворе и сжатием в гипертоническом. Будет ли наблюдаться осмотический эффект при накоплении ионов натрия по схеме антипорта? схеме симпорта?
7. Показать, что уравнение Нернста-Планка сводится к уравнению Фика для диффузий незаряженных частиц.
8. Фермент K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>-АТФаза в плазматической мембране эритроцита совершил шесть циклов. Какое количество ионов натрия и калия при этом было активно транспортировано? Сколько энергии было при этом израсходовано, если гидролиз одного моля АТФ сопровождается освобождением 33,6 кДж? Эффективность процесса энергетического сопряжения условно считать 100 %.
9. В клеточных мембранах известны три ионных насоса: K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>- насос, протонный насос, кальциевый насос. Каким образом осуществляется при этом активный транспорт сахаров и аминокислот?
10. Возможен ли одновременный трансмембранный перенос ионов калия и натрия по схеме симпорта? По схеме антипорта? По схеме унипорта?
11. Объясните биофизический механизм действия яда тетродотоксина и местного анестетика тетраэтил аммония.
12. Как соотносятся проницаемости мембраны аксона кальмара для различных ионов в покое и при возбуждении?

##### II. Биоэлектрические потенциалы

1. Какой транспорт ионов создает мембранную разность потенциалов: пассивный или активный? Ответ поясните.
2. Что больше: скорость распространения электрического сигнала по проводам морского телеграфа или скорость распространения нервного импульса по мембране аксона? Почему?
3. Как соотносятся проницаемости мембраны аксона кальмара для различных ионов в покое и при возбуждении?
4. 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?
5. Рассчитайте амплитуду потенциала действия, если концентрация калия и натрия внутри клетки возбудимой ткани соответственно: 125 ммоль/л, 1,5 ммоль/л, а снаружи 2,5 ммоль/л и 125 ммоль/л.

##### III. Биофизика мышечного сокращения

1. При мышечном сокращении:



- а. Нити актина скользят внутрь саркомера вдоль миозина
- б. Миозин сжимается подобно пружине
- в. Мостики прикрепляются к активным центрам актина
- г. Мостики размыкаются

2. Сила сокращения, генерируемая мышцей, определяется:

- а. длиной активной нити
- б изменением силы, генерируемой одним мостиком
- в. количеством одновременно замкнутых мостиков
- г. упругостью миозиновой нити ;

#### IV. Гемодинамика

1. Радиус сосуда уменьшился вдвое. Во сколько раз изменится объемная скорость кровотока при неизменном перепаде давления?
2. Вычислите давление крови на расстоянии 5 см от начала сосуда, если в начале сосуда давление составляет  $10^4$  Па, его радиус 1 мм, вязкость крови  $0,005$  Па·с, линейная скорость движения крови  $20$  см / с.
3. Во сколько раз изменится скорость падения давления в начале диастолы, если гидравлическое сопротивление мелких сосудов увеличилось на  $20\%$  ?
4. Во сколько раз гидравлическое сопротивление участка аорты (радиус аорты  $1,25$  см) меньше, чем гидравлическое сопротивление участка артерии той же длины (радиус артерии  $2,5$  мм)? Вязкость крови в артерии составляет  $0,9$  вязкости крови в аорте.
5. Во сколько раз должно увеличиться давление крови в начале крупного сосуда, чтобы при сужении его просвета на  $30\%$  давление на выходе из сосуда и объемная скорость кровотока остались бы прежними? В отсутствие сужения падение давления в сосуде составляет  $0,2$  от давления в начале сосуда.

#### V. Радиационная биофизика

1. В организм человека попало  $0,1\%$  изотопа  $^{131}\text{I}$  от его суточной потребности  $150$  мг. Сколько атомов этого изотопа распадется в организме ежесекундно в течение первого часа (считать, что в первый час скорость распада постоянна).
2. Радиоактивный препарат имеет постоянную распада  $\lambda = 1,44 \cdot 10^4 \text{ ч}^{-1}$ . Через сколько времени распадется  $75\%$  первоначального количества ядер?
3. Мягкие ткани человека подвергаются радиоактивному облучению в течение  $1,5$  часа, при этом экспозиционная доза составила  $0,6$  рентгена. Чему равна поглощенная доза в радах? Какова мощность экспозиционной дозы? Как соотносятся между собой экспозиционная и биологическая дозы?
4. Какую опасность для человека несет выброс различных радиоактивных изотопов в атмосферу? Одинаково ли действие их на организм? Какие основные показатели определяют степень их воздействия на организм?

### 20.1.3. Перечень лабораторных работ

1. Вискозиметрия. Определение вязкости различных растворов. Определение вязкости биополимеров и биологических жидкостей.
2. Исследование пространственной структуры белковых молекул *in silico*. Поиск гомологов целевого белка. Выявление консервативных последовательностей в белке. Поиск потенциальных сайтов связывания. Анализ внутренней структуры молекулы белка. Программы BLAST, ClustalW, BioEdit, Vftstro, Mole.
3. Определение активности некоторых ферментов антиоксидантной системы человека. Влияние физических факторов на активность данных ферментов.
4. Определение уровня ПОЛ методом хемилюминесценции.
5. Изучение продукции АФК нейтрофилами с помощью метода индуцированной хемилюминесценции
6. Получение липосом. Применение липосом при изготовлении лекарств.
7. Исследование осмотической стойкости мембран эритроцитов при воздействии некоторых физических факторов. Спектрофотометр UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программное приложение UVProbe для анализа кинетики процесса гемолиза.

8. Изучение автоколебаний с помощью методов математического моделирования. Построение регрессионных моделей в программе STADIA

9. Исследование радиоактивности образца в зависимости от геометрических условий счета. Исследование проникающей способности радиоактивных частиц. Оценка радиационной обстановки. Дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10. Приложения RadLabs и Monirad для планшета.

10. Исследование влияния УФ-света на спектральные характеристики гемоглобина человека. Спектрофотометр UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программное приложение UVProbe для анализа спектральных характеристик биообъектов.

11. Исследование влияния УФ-света на функциональные свойства лимфоцитов.

12. Механизм фотоиндуцированного гемолиза эритроцитов. Влияние фотопротекторов и фотосенсибилизаторов на фотоиндуцированный гемолиз эритроцитов.

### Примеры лабораторных работ

**Лабораторная работа.** Исследование пространственной структуры белковых молекул *in silico*. Поиск потенциальных сайтов связывания.

**Материалы и оборудование:** персональный компьютер с доступом в интернет, программа MAESTRO.

**Цель работы:** анализ распределения аминокислотных остатков на поверхности белковой глобулы.

#### Ход работы

1. Открыть сайт: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
2. В окно поиска ввести название фермента на англ. языке или его ID. Нажать «Search».
3. В новом окне нажать на ссылку «Structure».
4. В открывшемся списке найти требуемую структуру.
5. Скачать модель фермента в формате .pdb (ссылка в правом верхнем углу).
6. Запустить программу Maestro, открываем в ней скачанную структуру. Вкладки «Project», «Edit», «View», «Workspace», «Display Atoms», «Representation» должны быть активны.
7. Убрать с изображения модели молекулы воды и лигандов.
8. Для большей наглядности отразить на модели элементы вторичной структуры.
9. Развернуть модель специальным кнопками в левом крайнем ряду панели.
10. Выбрать строку «Select».
11. В открывшемся новом окне открыть вкладку «Residue», выбрать строку «Residue type» и нажать «Cys» (аналогично «Trp», «Tyr», «Phe»), «Add» и «OK».
12. Сохранить полученные изображения.
13. Сделать вывод о встречаемости целевых аминокислотных остатков на поверхности молекулы белка.

**Лабораторная работа.** Физико-химические основы действия ионизирующих излучений. Работа с приложениями RadLabs и Monirad.

**Материалы и оборудование:** Дозиметр-радиометр МКГ-01-10/10. Приложения RadLabs и Monirad

**Цель работы:** познакомиться с работой приложений RadLabs и Monirad, провести оценку радиационной обстановки в пределах учебного корпуса.

#### Ход работы

1. Установить приложения RadLabs и Monirad из Google Play и ознакомиться с их работой (Подробная инструкция доступна по ссылке: [http://www.ecorad.com/bitrix/templates/asproscorp/images/RadLabs\\_0.pdf](http://www.ecorad.com/bitrix/templates/asproscorp/images/RadLabs_0.pdf))
2. Провести измерение МАД последовательно на каждом этаже корпуса.
3. Провести измерение плотности потока  $\beta$ -частиц последовательно на каждом этаже корпуса.
3. Сохранить полученные результаты.
4. Проанализировать результаты и сделать вывод о радиационной обстановке в учебном корпусе.

#### Ответить на вопросы:

1. Что представляет собой радиоактивный распад элементов?
2. Дайте характеристику видов радиоактивного распада.
3. Сформулируйте закон радиоактивного распада.

4. Охарактеризуйте детекторы ионизирующих излучений.
5. Опишите применение радиоактивных изотопов в биологии и медицине.
6. Область применения и возможности приложений RadLabs и Monirad.

### **Описание технологии проведения текущей аттестации**

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме отчетов о выполнении лабораторной работы.

#### **Отчет о выполнении лабораторной работы**

Шаблон отчета о выполнении лабораторной работы

Отчет о выполнении лабораторной работы № \_\_ <Название темы>, выполненной в рамках дисциплины Б1.Б.43 Общая и медицинская радиобиология обучающимся \_\_\_ курса <Ф.И.О.>, специальность — 30.05.02 Медицинская биофизика

**Цель работы:**

**Оборудование и материалы:**

**Ход работы:** (краткое описание хода работы с указанием первичных данных, расчетных формул, результатов промежуточных и конечных расчетов; иллюстративный материал (графики, фотографии и пр.), обобщающие таблицы)

**Выводы:**

**Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания):**

Критериями оценивания выполнения лабораторной работы являются:

- подготовка к занятию (оформление занятия в рабочей тетради в соответствии с методическими рекомендациями);
- ответы на устные вопросы по теме занятия и содержанию лабораторной работы;
- активность и самостоятельность при выполнении заданий;
- оформление результатов в соответствии с методическими рекомендациями;
- умение анализировать, обсуждать полученные результаты и самостоятельно формулировать выводы;
- умение решать практические задания (задачи) по теме выполненной работы.

Работа считается выполненной и зачтенной, если студент в конце занятия представил отчет в соответствии с данными методическими рекомендациями.

### **Задания для диагностических работ**

#### Тесты

Все белки поглощают кванты света

- а) в УФ-области спектра
- б) видимой области спектра
- в) в диапазоне длин волн 300-500 нм
- г) в диапазоне длин волн 400-700 нм

Жидкости, вязкость которых не зависит от режима их течения, называются

- а) неньютоновскими
- б) ньютоновскими
- в) идеальными
- г) вязкость всех жидкостей зависит от режима их течения

#### Краткий ответ

\_\_\_\_\_ доза - это энергия ионизирующего излучения, поглощенная в единице массы облучаемого вещества, измеряется в Грехах.

Ответ: поглощенная доза

### Средней сложности

Какой транспорт ионов создает мембранную разность потенциалов: пассивный или активный? Ответ поясните.

Ответ: Активный. Разность электрических потенциалов между наружной и внутренней поверхностями биологической мембраны обусловлена неодинаковой концентрацией ионов, главным образом, натрия, калия и хлора. Пассивный транспорт ионов идет по градиенту концентрации и способствует ее выравниванию по обе стороны мембраны. В отсутствие разницы между количеством зарядов с наружной и внутренней стороны мембраны разности потенциалов не возникает. Активный транспорт направлен против градиента концентрации и приводит к тому, что содержание ионов натрия, калия и хлора с наружной и внутренней сторон мембраны становится неодинаковым, и вследствие этой разницы в на мембране формируется потенциал (потенциал покоя).

### Сложный с развернутым ответом

Во сколько раз гидравлическое сопротивление участка аорты меньше, чем гидравлическое сопротивление одиночного капилляра? Радиус аорты  $r_a = 5$  мм, капилляра  $r_{\text{кап}} = 4$  мкм. Длина участков аорты и капилляра одинаковы.

Решение:

$$W = (8\eta l) / \pi r^4,$$

где  $W$  - гидравлическое сопротивление;  $\eta$  - вязкость жидкости,  $l$  - длина сосуда,  $r$  - радиус сосуда. Вязкость жидкости и длина сосудов одинаковы, поэтому отношение гидравлических сопротивлений капилляра и аорты будет равно обратному отношению их радиусов в четвертой степени:

$$W_{\text{кап}} / W_a = ((8\eta l) / \pi r_{\text{кап}}^4) / ((8\eta l) / \pi r_a^4) = r_a^4 / r_{\text{кап}}^4 = 5^4 / (4 \times 10^{-3})^4 = 2,44 \times 10^{12} \text{ раз.}$$

### Тесты

1. Выберите неверные утверждения

- Спектр поглощения – индивидуальная характеристика вещества
- Полосы поглощения белков, и особенно полоса при 280 нм, чувствительны к влияниям, которые действуют на  $\pi$ -электроны ароматических аминокислот
- Анализ спектральных характеристик белковых образцов дает возможность получить информацию о состоянии белковых молекул при действии физико-химических агентов
- Создание вторичной регулярной структуры молекулы белка сопровождается увеличением интенсивности светопоглощения при 190 нм

2. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение. Спектры поглощения нуклеиновых кислот ...

- Характеризуются полосой поглощения с максимумом в диапазоне 255-270 нм
- Формируются за счет поглощения света системой сопряженных связей пуриновых и пиримидиновых колец
- Определяются составом нуклеотидов
- Определяются составом аминокислот

3. Физическое состояние вещества, при котором есть дальний порядок в расположении молекул, но агрегатное состояние жидкое, называется:

- жидким
- кристаллическим
- плазмой
- жидкокристаллическим

4. Функция мембраны, которая обуславливает определенное взаимное расположение и ориентацию мембранных белков, называется:

- матричной

- барьерной
- механической
- энергетической

5. Фосфолипидные молекулы, лишенные одного из хвостов:

- становятся полностью гидрофильны
- усиливают барьерную функцию мембраны
- образуют поры в бислойной мембране
- препятствуют пассивному транспорту

6. Выберите тип энергетического перехода, соответствующий поглощению молекулой инфракрасного излучения:

- а) ядерный;
- б) между основным состоянием и любым колебательным уровнем первого возбужденного состояния;
- в) вращательный;
- г) между колебательными уровнями в пределах одного электронного уровня.

#### Краткий ответ

1. Нуклеотиды в цепи ДНК соединяются между собой с помощью ...

Ответ: ковалентных фосфодиэфирных связей

2. К пуриновым азотистым основаниям относятся

Ответ: аденин и гуанин

3. Сколько пар нуклеотидов включает один виток спирали В-формы ДНК?

Ответ: 10

4. Дж. Уотсон и Ф. Крик расшифровали структуру ДНК с помощью методов

Ответ: рентгеноструктурного анализа и моделирования

#### Малое эссе

1. Прямой и обратный Комптон-эффект

Ответ: Эффект Комптона - упругое рассеяние фотона заряженной частицей, обычно электроном. Если рассеяние приводит к уменьшению энергии, поскольку часть энергии фотона (рентгеновского или гамма-фотона) передается отражающемуся электрону, то этот процесс называется эффектом Комптона. Обратное комптоновское рассеяние происходит, когда заряженная частица передает фотону часть своей энергии, что соответствует уменьшению длины волны кванта света. Эффект Комптона по природе подобен фотоэффекту — разница заключается в том, что при фотоэффекте фотон полностью поглощается электроном, тогда как при комптоновском рассеянии он только меняет направление движения и энергию.

#### Большое эссе

1. Методы исследования денатурации белков, их анализ.

Ответ: Реакции химической денатурации используют для осаждения белка в биологическом материале с целью дальнейшего определения в фильтрате низкомолекулярных веществ; для выявления присутствия белка в различных физиологических жидкостях и количественного анализа; для связывания солей тяжелых металлов при лечении отравлений и для профилактики их на производстве.

Важность изучения денатурации белка с точки зрения биотехнологии связана с необходимостью повышения стабильности биокатализаторов, используемых в биотехнологических процессах, и с потребностью проводить эти процессы при более высоких температурах. Медицинское значение

проблемы денатурации и фолдинга белков выросло в последнее время в связи с установлением того факта, что причиной ряда смертельно опасных болезней человека и животных является агрегация белка, которая, в свою очередь, обусловлена неправильным фолдингом либо дестабилизацией белковых молекул.

Одним из основных методов изучения тепловой денатурации белков является дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Калориметрия – единственный метод, позволяющий прямо измерять термодинамические характеристики белков и других веществ и тем самым изучать энергетику процессов, связанных с конформационными превращениями белковых молекул.

Для изучения денатурации белка можно пользоваться также методами флуоресцентной спектроскопии, адсорбционной спектроскопии, гель-хроматографии и электрофореза.

## **20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### **20.2.1. Перечень вопросов к зачету**

1. Предмет и задачи медицинской биофизики. Проблемы и перспективы развития современной медицинской биофизики.
2. Законы движения жидких тел. Основы механики жидкостей: напряжение, гидростатическое давление, вязкость.
3. Виды вязкости.
4. Закон Ньютона в реологии. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
5. Теорема Бернулли. Движение жидкости в трубках. Пуазелевское течение жидкости в трубке, число Рейнольдса, турбулентность при течении в трубке.
6. Течение жидкости в сужающейся, изогнутой трубке, обтекание тел.
7. Гемодинамические основы кровообращения. Линейная и объемная скорость кровотока. Методы измерения скорости движения крови. Градиент скорости течения крови. Методы определения вязкости крови.
8. Биофизические свойства белка.
9. Фолдинг белков. Опыт Анфинсена. Парадокс Левенталя, его решение.
10. Этапы фолдинга. Шапероны, их функции. Фолдазы, их функции.
11. Инструменты изучения пространственной структуры белка *in silico*. База данных PDB. Платформы NCBI, EMBL.
12. Парные и множественные выравнивания. Выявление уникальных и консервативных последовательностей. Программы BLAST, ClustalW, BioEdit.
13. Анализ аминокислотных остатков, формирующих поверхность белковой глобулы. Программа MAESTRO.
14. Анализ внутренней пространственной структуры белковой молекулы. Поиск полостей, каналов и пор. Программа MOLE.
15. Болезни человека, связанные с нарушением фолдинга.
16. Методы молекулярной биофизики в клинической практике.
17. Теоретические основы метода электрофореза.
18. Теоретические основы метода гель-фильтрации.
19. Теоретические основы метода ультрацентрифугирования.
20. Теоретические основы спектрофотометрического анализа. Возможности спектрофотометра UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программного приложения UVProbe для детального анализа спектральных характеристик биообъектов.
21. Дифференциальная и производная спектрофотометрия. Возможности спектрофотометра UV-2401PC (Shimadzu, Япония) и программного приложения UVProbe для детального анализа спектральных характеристик биообъектов.
22. Теоретические основы флуоресцентного анализа.
23. Теоретические основы метода биохемиллюминесценции. Индуцированная хемиллюминесценция. Кинетика хемиллюминесценции.
24. Свободные радикалы в биосистемах. Их роль в норме и при патологии.
25. Активные формы кислорода.
26. Пероксидное окисление липидов.

27. Оксид азота и его биологическая роль.
28. Антиоксиданты, механизм действия.
29. Ферменты антиоксидантной системы, катализируемые ими реакции.
30. Болезни человека, связанные с нарушением функционирования антиоксидантной системы.
31. Модельные липидные мембраны.
32. Применение липосом при изготовлении лекарств.
33. Механизмы транспорта веществ через биологические мембраны.
34. Виды ионных каналов, регуляция их работы.
35. Свободнорадикальные процессы в биомембранах.
36. Современная модель мембраны и роль липидов в функционировании мембран. Мембранные рафты.
37. Холестерин как компонент клеточных мембран, его роль в развитии патологий.
38. Типы клеточной гибели. Апоптоз и некроз. Их роль в развитии патологий.
39. Нарушение работы мембранных систем как одна из причин патологий в функционирования клеток (биологическая смерть клеток при гипоксии, интоксикациях, механических повреждениях тканей, отморожениях и ожогах, действии ионизирующих излучений).
40. Нарушения функционирования мембран как следствие изменения активности работы мембранных ферментов, деятельности мембранных рецепторов или ионных каналов.
41. Виды биопотенциалов, механизм формирования потенциала покоя. Уравнения Нернста, Гольдмана, Томаса, Ходжкина-Хаксли.
42. Потенциал действия, его свойства. Особенности потенциала действия сердечной мышцы.
43. Биофизика нервного импульса.

#### **20.2.2. Перечень вопросов к экзамену**

1. Фоторецепция, ее молекулярные механизмы. Строение палочек и колбочек сетчатки глаза. Фотохимические превращения родопсина. Механизм формирования рецепторного потенциала в зрительном рецепторе.
2. Биофизика слуха. Слуховые рецепторы, механизм рецепции звуковых колебаний.
3. Типы клеточных рецепторов. Свойства рецепторов. Лиганд-рецепторное взаимодействие.
4. Механизм передачи сигнала в клетку. Первичные и вторичные мессенджеры.
5. Механизм действия гидрофобных гормонов на молекулярно-клеточном уровне. Механизм действия гидрофильных гормонов на молекулярно-клеточном уровне.
6. Механизм возникновения автоколебаний в биологических системах, распространение автоволн в возбудимых средах. Реакция Белоусова — Жаботинского как модель возникновения автоколебаний.
7. Проблемы хронобиологии, использование принципов хрономедицины в разработке методов лечения аритмий сердца и других заболеваний, связанных со спонтанной возбудимостью нервных и мышечных тканей.
8. Математические модели в биологии. Использование цифровых технологий в моделировании. Изучение автоколебаний с помощью методов математического моделирования.
9. Физико-химические основы действия ионизирующих излучений.
10. Дозы ионизирующего излучения. Детекторы ионизирующих излучений. Приложения для дозиметров RadLabs и Monirad.
11. Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений. Молекулярные аспекты биологического действия ионизирующих излучений. Взаимодействие разных видов ионизирующего излучения с биомолекулами.
12. Механизмы поглощения энергии ионизирующих излучений.
13. Механизм развития лучевого поражения.
14. Проявление лучевого поражения на уровне клетки.
15. Лучевая болезнь человека. Опосредованные и отдаленные эффекты облучения.
16. Способы дезактивации возбужденных состояний.
17. Люминесценция, применение люминесцентного анализа в медицинской диагностике.
18. Флуоресцентные метки и зонды, их применение в медицине.
19. Фотобиологические процессы и их стадии.
20. Фотохимические превращения биополимеров и биомембран.
21. Основные направления фотомедицины.
22. Фототерапия.

23. Механизмы терапевтического действия УФ-света. История применения УФ-облучения крови. Методы УФ-облучения крови.
24. Фотодинамическая терапия. Фотопротекторы, механизмы их действия. Фотосенсибилизаторы, механизмы их действия. Фотопротекторы и фотосенсибилизаторы, используемые при методах фотолечения.
25. Окислительный стресс при фототерапии.
26. Понятие об индуцированном излучении. Лазеры. Виды лазеров, особенности их биологического действия
27. Лазерное облучение, основные параметры.
28. Применение лазерного облучения в медицине.
29. Принцип действия гелий-неонового лазера, его применение в медицине.
30. Лазерная терапия, механизмы лечебного эффекта.
31. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на мембраны клеток крови.
32. Фотоиндуцированный апоптоз и некроз лейкоцитов.

### Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, и практическое задание (для экзамена), позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественная и количественная шкалы оценок.

### Примеры контрольно-измерительных материалов для промежуточных аттестаций по дисциплине Б1.О.35 Общая и медицинская биофизика

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
\_\_\_\_\_ В.Г. Артюхов  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2022 г.

Специальность	<i>30.05.02 Медицинская биофизика</i>
Дисциплина	<i>Б1.О.35 Общая и медицинская биофизика</i>
Курс	<i>4</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Вид контроля	<i>зачет</i>
Вид аттестации	<i>промежуточная</i>

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Пуазелевское течение жидкости в трубке, число Рейнольдса, турбулентность при течении в трубке.
2. Этапы фолдинга. Шапероны, их функции. Фолдазы, их функции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ О.В. Башарина

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
\_\_\_\_\_ В.Г. Артюхов  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2022 г.

Специальность	<i>30.05.02 Медицинская биофизика</i>
Дисциплина	<i>Б1.О.35 Общая и медицинская биофизика</i>
Курс	<i>4</i>



Форма обучения *очная*  
Вид контроля *зачет с оценкой*  
Вид аттестации *промежуточная*

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Холестерин как компонент клеточных мембран, его роль в развитии патологий.
2. Потенциал действия, его свойства. Особенности потенциала действия сердечной мышцы

Преподаватель \_\_\_\_\_ О.В. Башарина

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
\_\_\_\_\_ В.Г. Артюхов  
\_\_\_\_\_.2022 г.

Специальность *30.05.02 Медицинская биофизика*  
Дисциплина *Б1.О.35 Общая и медицинская биофизика*  
Курс *5*  
Форма обучения *очная*  
Вид контроля *экзамен*  
Вид аттестации *промежуточная*

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Механизм формирования рецепторного потенциала в зрительном рецепторе.
2. Окислительный стресс при фототерапии.
3. Фермент  $K^+/Na^+$ -АТФаза в плазматической мембране эритроцита совершил шесть циклов. Какое количество ионов натрия и калия при этом было активно транспортировано? Сколько энергии было при этом израсходовано, если гидролиз одного моля АТФ сопровождается освобождением 33,6 кДж? Эффективность процесса энергетического сопряжения условно считать 100 %.

Преподаватель \_\_\_\_\_ М.Г. Холявка

**Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания):**

1) полнота и обоснованность ответа; 2) умение пользоваться терминологией, формулировками, положениями и примерами; 3) степень самостоятельности при выполнении работы, 4) способность формулировать заключение и выводы.

Шкала оценивания:

Оценка "зачтено" выставляется обучающемуся, если он демонстрирует знание теоретических основ биофизики, способен самостоятельно или с помощью преподавателя решать практические задачи.

Оценка "не зачтено" выставляется обучающемуся, если он демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в области биофизики, допускает грубые ошибки, демонстрирует отсутствие умений и навыков решения практических задач.

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует знание теоретических основ биофизики, умение объяснять теоретические построения, применять знания и навыки в области биофизики для решения профессиональных задач.

Оценка "хорошо" выставляется, если обучающийся допускает негрубые ошибки или неточности про ответе на вопросы КИМа, но дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание или содержатся отдельные пробелы во владении теоретическим и практическим материалом.

Оценка "удовлетворительно" выставляется, если обучающийся демонстрирует частичные знания в области биофизики, или имеет несистемное умение пользоваться лабораторными методами для решения профессиональных задач.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, демонстрирует отсутствие умений применять знания и навыки в области медицинской биофизики для решения профессиональных задач.