

**Автономная некоммерческая организация  
высшего образования  
«Невинномысский медицинский институт»**

Утверждаю  
Ректор АНО ВО «НМИИ»

С.С. Наумов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1. О.38 ФИЗИКА**

по специальности **30.05.02** Медицинская биофизика  
программа подготовки специалитет

Форма обучения: очная  
год начала подготовки 2026

Невинномысск, 2026

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13.08.2020 г. № 1002 и учебного плана Автономной некоммерческой организации высшего образования «Невинномысский медицинский институт»

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Подготовка квалифицированного специалиста общего, медицинского биофизика, имеющего теоретические знания и практические навыки в области общей биофизики для научно-исследовательской и медицинской деятельности, владеющего основными биофизическими методами и способного разрабатывать и внедрять в медицинскую практику достижений медико-биологических наук.

### Задачи:

Приобретение студентами знаний по общей биофизике, включая те биофизические принципы, которые лежат в основе функционирования биомакромолекул, клеток, органов и тканей организма человека;

Обучение студентов важнейшим методам биофизического исследования; обучение студентов навыкам работы на современном исследовательском и диагностическом биофизическом оборудовании;

Обучение студентов статистическим методам обработки результатов биофизических измерений;

Приобретение студентами научного кругозора; умения вести активный диалог по научным вопросам; умений представлять получаемые результаты в форме письменных (научная статья) и устных сообщений (доклады).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами, освоения образовательной программы

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                        | Наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                 | Планируемые результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения задач в профессиональной деятельности            | <b>Знать</b> основные законы и представления в области естественных и прикладных дисциплин медико-биологического профиля.<br><b>Уметь</b> использовать фундаментальные естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.<br><b>Владеть</b> навыками оценки, анализа, обобщения и применения естественнонаучных методов для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности |
|                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1.2. Применяет фундаментальные медицинские знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности | <b>Знать</b> терминологию и методы естественных наук.<br><b>Уметь</b> применять естественнонаучные, фундаментальные и прикладные знания в области физики и биофизики при решении задач в профессиональной деятельности<br><b>Владеть</b> навыками решения задач в профессиональной области с                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                       | использованием аппарата физики и биофизики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 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 Планирует прикладные и практические проекты и иные мероприятия по изучению биофизических и иных процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека                             | <p><b>Знать</b> интеллектуальные методы анализа и моделирования физических процессов и явлений, происходящих в организме человека.</p> <p><b>Уметь</b> обоснованно выбирать интеллектуальные методы анализа и моделирования физических процессов и явлений, происходящих в организме человека.</p> <p><b>Владеть</b> навыками применения интеллектуальных методов анализа и моделирования физических процессов и явлений, происходящих в организме человека</p>    |
|                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-5.2 Организует и осуществляет реализацию 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 | <p><b>Знать</b> нормативно-правовые, этические требования и подходы к организации и проведению прикладных и практических проектов в области медицинской биофизики.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать план и программу прикладных и практических проектов в области медицинской биофизики</p> <p><b>Владеть</b> навыками участия в прикладном проекте по изучению физических и биофизических процессов и явлений, в том числе происходящих в организме человека</p> |

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина (модуль) «Физика» относится к математическому и естественнонаучному учебному циклу.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами, относящиеся к математическому и естественнонаучному циклу: высшая математика, физика, химия, биология, морфология, физиология, патанатомия и патологическая физиология, фармакология, микробиология.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц  
(288 часов)

| Вид работы                | Трудоемкость, часов |           |           |           |            |
|---------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                           | 1 семестр           | 2 семестр | 3 семестр | 4 семестр | ВСЕГО      |
| <b>Общая трудоемкость</b> | 72                  | 72        | 72        | <b>54</b> | <b>270</b> |
| <b>Аудиторная работа:</b> | 72                  | 72        | 72        | 54        | 270        |
| <i>Лекции (Л)</i>         | 18                  | 18        | 18        | 18        | 72         |

|                                         |                  |                  |                  |                  |                   |
|-----------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i>        | 54               | 54               | 54               | 36               | 198               |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i>         |                  |                  |                  |                  |                   |
| <b>Самостоятельная работа:</b>          | 72               | 72               | 72               | 63               | 279               |
| <b>Вид итогового контроля (экзамен)</b> |                  |                  |                  | 27               | 27                |
| <b>Всего</b>                            | <b>144/4 зет</b> | <b>144/4 зет</b> | <b>144/4 зет</b> | <b>144/4 зет</b> | <b>576/16 зет</b> |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела                   | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Индекс компетенции |
|-------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1     | Взаимодействие света с веществом       | Свойства фотона. Свойства электрона. Интерференция электронной волны в атоме. Уравнение Шредингера. Уровни энергии электрона в потенциальном ящике. Электронные орбитали и электронные переходы. Молекулярные орбитали в молекуле формальдегида. Электронные переходы в молекулах, метод ЛКАО–МО. Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений. Характеристики светового излучения. Теория молекулярных спектров Электронные переходы в молекулах при поглощении и спускании фотонов. Количественные законы поглощения. Монохроматического света растворами. Спектры пропускания и спектры поглощения. Изменение спектров поглощения: спектрофотометры. Качественный и количественный спектрофотометрический анализ. Дифференциальная (разностная) спектрофотометрия. Погрешности измерений в биологических объектах. Влияние рассеяния света образцом. Эффект «сита». Спектры отражения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-1<br>ОПК-5     |
| 2     | Люминесценция в биологических системах | Явление люминесценции. Электронные переходы в возбужденной молекуле. Альтернативные пути растраты энергии возбуждения. Законы люминесценции. Закон Стокса. Правило Каша. Правило Левшина. Закон Вавилова. Связь интенсивности люминесценции с концентрацией вещества. Люминесцентный анализ. Спектры возбуждения люминесценции Приборы для регистрации люминесценции. Флуориметр со светофильтрами. Спектрофлуориметры. Поляризация флуоресценции Перенос энергии электронного возбуждения. Некоторые другие примеры применения люминесценции Качественный и количественный анализ природных флуоресцирующих соединений. Анализ образующихся или разрушающихся флуоресцирующих веществ. Изучение проницаемости гематоэнцефалического барьера. Иммунофлуоресцентный анализ. Доступность внутренних областей белковых молекул и биологических мембран для молекул кислорода. Измерение микровязкости по степени эксимеризации пирена. Распределение заряженных зондов между водной фазой и липидным слоем мембран. Измерение мембранного потенциала. Оценка полярности среды в окружении флуоресцентного зонда. Флуоресцентная микроскопия. Хемилюминесценция. Основные стадии хемилюминесцентной реакции. Эмпирические законы | ОПК-1<br>ОПК-5     |

|   |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
|---|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|   |                                                  | <p>хемилюминесценции и их физический смысл. Собственная хемилюминесценция (сверхслабое свечение). История изучения. Терминология. Хемилюминесценция, сопровождающая перекисное окисление липидов. Другие биохимические реакции, ответственные за собственную хемилюминесценцию. Две реакции, ответственные за перекисное окисление липидов. Усиление хемилюминесценции сенситизаторами. Перекисное окисление липидов в живых клетках, обнаруженное с помощью кумаринового красителя С-525. Практическое применение собственной хемилюминесценции, связанной с перекисным окислением липидов. Определение продуктов перекисного окисления. Оценка антиоксидантной активности. Измерение свечения плазмы крови в целях диагностики заболеваний. Хемилюминесценция при активации фагоцитов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 3 | Метод электронного парамагнитного резонанса      | <p>Принцип метода ЭПР. История открытия метода ЭПР. Механический и магнитный моменты электрона. Эффект Зеемана. Основное уравнение резонанса. Характеристики спектров ЭПР. Амплитуда сигнала. Форма линии. Ширина линии. Сверхтонкая структура спектров ЭПР. Устройство радио спектрометра ЭПР. Сигналы ЭПР, наблюдаемые в биологических системах. Метод спиновых меток и зондов. Метод спиновых ловушек</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ОПК-1<br>ОПК-5 |
| 4 | Биофизические стадии фотобиологических процессов | <p>Фотобиологические процессы и их стадии. Квантовый выход. Фотохимический спектр действия. Изменение свойств молекул в электронно-возбужденном состоянии. Превращение связывающих <math>\pi</math>-орбиталей в разрыхляющие. Изменение кислотно-основных свойств молекул. Изменение окислительно-восстановительных свойств. Комплексы с переносом заряда. Методы изучения первичных фотопродуктов. Импульсный фотолиз. Импульсный радиолиз. Изучение фотохимических реакций при глубоком охлаждении. Использование метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Ингибиторный анализ. Молекулярно-клеточные механизмы действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Три гипотезы о механизмах действия НИЛИ. Механизм фотодинамического действия лазерного излучения на биологические объекты. Механизм 2: фотореактивация супероксиддисмутазы. Механизм 3: фотолиз соединений, содержащих по. Участие эндогенных фотосенсибилизаторов в действии лазерного излучения на клетки. Прайминг фагоцитов. Усиление биосинтеза ферментов. Фотолиз нитрозильных комплексов гемопротеинов. Фотохимические реакции нитрозильных комплексов гемоглобина. Фотохимические реакции нитрозильных комплексов цитохрома С.</p> | ОПК-1<br>ОПК-5 |
| 5 | Свободные радикалы в биологических системах      | <p>Введение. Что такое радикалы? Классификация радикалов. Методы исследования свободных радикалов. Биофизические методы: электронный парамагнитный резонанс и хемилюминесценция. Диеновая конъюгация. Биомаркеры. Ингибиторный анализ. Активные формы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ОПК-1<br>ОПК-5 |

|   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
|---|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|   |                                      | кислорода. Супероксидный анион радикал. Пероксид водорода и радикалы гидроксила. Другие активные формы кислорода. Цепное окисление липидов. Нестационарная кинетика перекисного окисления липидов и хемилюминесценции, индуцированной ионами $Fe^{2+}$ . Быстрая вспышка хемилюминесценции. Медленная вспышка хемилюминесценции. Латентный период развития хемилюминесценции. Ионы Fe антиоксиданты. Экспериментальное определение эффективных констант скорости. Математическое моделирование кинетики реакций. Упрощение системы химических уравнений за счет замены нескольких реакций одной. Числовое решение системы дифференциальных уравнений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |
| 6 | Рентгеноструктурный анализ           | Введение. В чем разница между микроскопией и рентгеноструктурным анализом? Основные этапы получения данных белковой структуры. Выращивание белковых кристаллов. Прибор для анализа дифракции рентгеновских лучей кристаллами (дифрактометр). Некоторые сведения о кристаллах. Элементарная ячейка. Вектор рассеяния. Построение вектора рассеяния. Сфера отражений. Интерференция рассеянных волн и формирование рефлексов. Сложение волн, рассеянных двумя центрами. Интерференция волн, рассеянных атомами кристаллической решетки. Геометрическая интерпретация уравнения $s \cdot a = h$ . Рефлексы как проекция узлов на сфере Эвальда. Обратная решетка кристалла. Обратное пространство. Обратная решетка кристалла. Кристалл как система отражающих плоскостей. Миллеровы плоскости отражения. Интерференция отраженных лучей. Закон Брегга-Вульфа. Рефлексы. Монохроматоры для рентгеновского излучения. Появление рефлексов при прецессии и кристалла. Связь вектора рассеяния рефлекса $hkl$ с миллеровыми плоскостями и отражения $hkl$ . Условия Лауэ. Зависит ли положение рефлекса от того, в каком месте элементарной ячейки расположен рассеивающий центр? Структурный фактор. Что такое структурный фактор. Структурные факторы электрона и атома. Сложение структурных факторов. Расчет структурных факторов атомов в элементарной ячейке кристалла. Структурный фактор как функция электронной плотности. Расчеты электронной плотности внутри элементарной ячейки. Проблема фаз. Измеряя интенсивность рефлекса, мы можем рассчитать амплитуду структурного фактора, но не знаем фазу. Метод изоморфного замещения. Определение координат тяжелого атома в элементарной ячейке белкового кристалла. Построение Харкера. Расшифровка пространственной структуры макромолекул. Основные этапы расшифровки структуры макромолекул. | ОПК-1<br>ОПК-5 |
| 7 | Структура и функции белковых молекул | Международная база данных структуры белков (proteindata base, pdb). Классификация белков по их структуре и проблемы эволюции. Фибриллярные белки. Мембранные белки. Глобулярные белки. Как знание структуры молекулы белка помогает понять механизм ее                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ОПК-1<br>ОПК-5 |

|    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |
|----|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    |                                 | работы. Каталаза, как она устроена, работает и защищается. Перенос электронов в дыхательной цепи митохондрий. Утечка электронов и образование свободных радикалов. Перспективы практического применения. Конструирование новых лекарственных препаратов (драг дизайн). Молекулярная биоэлектроника и нанотехнологии. Биомолекулярные роботы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |
| 8  | Структура биологических мембран | История изучения свойств и строения мембран. Биофизические методы изучения структуры мембранных белков и липидов. Электронная микроскопия. Дифракция рентгеновских лучей (рентгеноструктурный анализ). Ядерный магнитный резонанс. Другие методы. Белки мембран. Распределение функций между белками и липидами. Химический состав мембран. Амфифильные молекулы. Липидные кристаллы. Самосбор калипидных мембран в водной среде. Моносло и фосфолипидов на границе раздела фаз. Модельные мембраны. Липосомы. Бислойные липидные мембраны (БЛМ). Фазовые переходы липидов в мембранах. Подвижность углеводородных цепей фосфолипидных молекул. Фазовые состояния липидного бислоя. Плавление липидов при нагревании. Метод дифференциальной сканирующей микрокалориметрии. Кривые плавления. Анализ кривых ДСК. Измерение флуоресценции зондов. Светорассеяние. Фазовое равновесие. Кооперативность фазовых переходов. Влияние размера кооперативной единицы на форму кривых плавления. Физическое состояние липидного бислоя и активность ферментов в биомембранах.                                                                                                  | ОПК-1<br>ОПК-5 |
| 9  | Перенос веществ через мембраны  | Основные понятия. Пассивный транспорт. Облегченная диффузия. Активный транспорт. Кальций-транспортная АТФаза (Ca-АТФаза). Na-k-АТФаза. Протонные помпы электрон +-АТФаза транспортных систем. Сопряженный транспорт. Перемещения иона в мембране. Кинки. Диффузия как результат хаотического молекул блуждания. Вывод основного уравнения диффузии. Поток ионов через мембрану. Проницаемость. Роль при мембранных слоёв воды. Относительный вклад мембраны и примембранной воды в общее сопротивление потоку. Диффузия ионов при наличии электрического поля. Мембранные потенциалы. Изменение величины потенциальных барьеров для движения иона при наличии внешнего электрического поля. Однobarьерная модель ионного транспорта. Электродиффузия иона в однородной среде. Диффузия и электрофорез. Скорость перемещения ионов в электрическом поле. Электродиффузия как и сумма диффузии электрофореза. Уравнение Теорелла. Связь между потоком ионов и электрическим током в среде. Поток ионов через мембрану. Решение уравнения. Нернста-Планка в приближении Гольдмана. Электропроводность мембраны. Профиль потенциала в мембране. Что значит "по градиенту"? | ОПК-1<br>ОПК-5 |
| 10 | Ионные каналы (поры) в          | Каналы, образуемые грамицидином А. Проводимость одиночных каналов. Взаимодействие ионов в канале.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ОПК-1<br>ОПК-5 |

|    |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |
|----|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    | мембранах       | Сопряженный транспорт. Сопряжение на переносчике. Сопряжение через изменение РН. Сопряжение транспорта ионов через мембранный потенциал. Условия сопряжения. Эффекты насыщения. Кальций-транспортные АТФазы. Выделение и очистка СА АТФазы. Энергетика транспорта ионов кальция. Механизм переноса ионов кальция. Связывание ионов кальция (стадия1). Связывание АТФ (стадия2). Фосфорилирование белка (стадия3). Гидролизэнзим-фосфатного комплекса (стадия4). Перенос кальция через мембрану (транслокация). Завершение цикла-гидролиз фосфофермента (стадии 5 и 6). Прямые доказательства того, что фермент “шевелится”, когда работает. Физическое состояние липидов и работа СА-АТФазы. Строение кальцевой атфазы. Другие СА-АТФазы. Регуляция активности транспортных АТФаз. Нарушение активности СА АТФазы в патологии. |                |
| 11 | Биоэлектронегез | Происхождение потенциалов покоя. Равновесный потенциал Нернста. Доннановское равновесие и потенциал Доннана. Стационарный потенциал Гольдмана-Ходжкина. Потенциал при работе электрогенной помпы. Генерация потенциалов действия. Ионные токи через мембрану. Математическое описание кинетикиионных токов. Селективность ионных каналов. Распространение потенциала действия по нервному волокну. Постановка задачи. Этап1. Зависимость потенциала от времени в заданном месте. Этап 2. Зависимость потенциала от координаты в данный момент времени. Телеграфное уравнение. Снижение потенциала с расстоянием.                                                                                                                                                                                                               | ОПК-1<br>ОПК-5 |

#### 4.2. Разделы дисциплины, изучаемые в 1-4 семестрах

| Наименование раздела (темы) дисциплины                   | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу (в часах) |    |     |     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|
|                                                          | Л                                                                   | ЛР | ПЗ  | СРС |
| Тема 1. Взаимодействие света с веществом                 | 6                                                                   | -  | 18  | 24  |
| Тема 2. Люминесценция в биологических системах           | 6                                                                   | -  | 18  | 26  |
| Тема 3. Метод электронного парамагнитного резонанса      | 6                                                                   |    | 18  | 26  |
| Тема 4. Биофизические стадии фотобиологических процессов | 6                                                                   |    | 18  | 26  |
| Тема 5. Свободные радикалы в биологических системах      | 6                                                                   |    | 16  | 24  |
| Тема 6. Рентгеноструктурный анализ                       | 6                                                                   |    | 18  | 24  |
| Тема 7. Структура и функции белковых молекул             | 6                                                                   |    | 16  | 24  |
| Тема 8. Структура биологических мембран                  | 6                                                                   |    | 16  | 24  |
| Тема 9. Перенос веществ через мембраны                   | 8                                                                   |    | 20  | 27  |
| Тема 10. Ионные каналы (поры) в мембранах                | 8                                                                   |    | 20  | 27  |
| Тема 11. Биоэлектронегенез                               | 8                                                                   |    | 20  | 27  |
| Итого (часов)                                            | 72                                                                  | -  | 198 | 279 |
| Форма контроля                                           | Зачет, зачет, зачет, экзамен                                        |    |     |     |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика»

1. Владимиров, Ю. А. Лекции по медицинской биофизике : учеб. пособие для мед. вузов / Ю. А. Владимиров, Е. В. Проскурина.- М.: Изд-во МГУ Академкнига,

2007.

2. Самойлов В.О. Медицинская биофизика: учебник. - СПб: СпецЛит, 2004. – 496 с.

3. Биофизика: учебник для студентов вузов/ Антонов В.Ф. М.: ВЛАДОС, 2016

4. Ремизов А.Н., Максина А. Г., Потапенко А.Я.

Медицинская и

биологическая физика. Москва. Дрофа. 2003.

5. Ремизов А.Н. Сборник задач по медицинской биофизики. Москва. Дрофа. 2013

6. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Москва. Физматлит. 2005

## **6. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации студентов на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям программы курса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы фонды оценочных средств, которые включают: контрольные вопросы к практическим работам, тестовые задания, вопросы к экзамену и другие формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. Итоговый контроль предполагает сдачу студентами зачета в 3,4 семестрах.

### **Образец тестов**

Предметом исследования молекулярной биофизики являются:

+Белки

+Нуклеиновые кислоты

Органические кислоты и

альдегиды

К сильным взаимодействиям относятся:

+Ковалентные связи

Водородные связи

Ван-дер-Ваальсовы

взаимодействия Гидрофобные

взаимодействия

К слабым взаимодействиям

относятся: Ковалентные связи

+Водородные связи

+Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

+Гидрофобные взаимодействия

Ориентационные взаимодействия возможны в том случае, если:

Обе молекулы обладают постоянным дипольным моментом

Одна из молекул обладает постоянным дипольным моментом

Ни одна из молекул не обладает постоянным дипольным моментом

Индукционные взаимодействия возможны в том случае, если:

Обе молекулы обладают постоянным дипольным моментом

+Одна из молекул обладает постоянным дипольным моментом

Ни одна из молекул не обладает постоянным дипольным моментом

Дисперсионные взаимодействия возможны в том случае, если:  
 Обе молекулы обладают постоянным дипольным моментом  
 Одна из молекул обладает постоянным дипольным моментом  
 +Ни одна из молекул не обладает постоянным дипольным моментом

Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия являются:  
 взаимодействиями электрических зарядов  
 +взаимодействиями электрических диполей  
 гидрофобными взаимодействиями

Водородные связи имеют  
 природу: Диполь-дипольных  
 взаимодействий  
 +Заряд-дипольных  
 взаимодействий Заряд-  
 зарядных взаимодействий

Водородные связи образуются между атомом водорода и:  
 +Кислорода  
 +Азота  
 Углерод  
 а  
 Железа

Природа гидрофобных взаимодействий  
 связана: С взаимным притяжением  
 неполярных групп

С отталкиванием полярных и неполярных групп  
 +С отталкиванием молекул воды неполярными группами

### ***Критерии оценивания образовательных достижений для тестовых заданий***

| Оценка              | Коэффициент К (%)            | Критерии оценки                                                      |
|---------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Отлично             | Свыше 80% правильных ответов | глубокое познание в освоенном материале                              |
| Хорошо              | Свыше 70% правильных ответов | материал освоен полностью, без существенных ошибок                   |
| Удовлетворительно   | Свыше 50% правильных ответов | материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях |
| Неудовлетворительно | Менее 50% правильных ответов | материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня         |

## **7. Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Свойства фотона.
2. Свойства электрона.
3. Интерференция электронной волны в атоме.
4. Уравнение Шредингера.
5. Уровни энергии электрона в потенциальном ящике.
6. Электронные орбитали и электронные переходы.
7. Молекулярные орбитали в молекуле формальдегида.

8. Электронные переходы в молекулах, метод ЛКАО–МО.
9. Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений.
10. Характеристики светового излучения.
11. Теория молекулярных спектров
12. Электронные переходы в молекулах при поглощении и испускании фотонов.
13. Количественные законы поглощения. монохроматического света растворами.
14. Спектры пропускания и спектры поглощения.
15. Изменение спектров поглощения: спектрофотометры
16. Качественный и количественный спектрофотометрический анализ.
17. Дифференциальная (разностная) спектрофотометрия
18. Погрешности измерений в биологических объектах.
19. Влияние рассеяния света образцом. Эффект «сита».
20. Спектры отражения.
21. Явление люминесценции
22. Электронные переходы в возбужденной молекуле
23. Альтернативные пути растраты энергии возбуждения.
24. Законы люминесценции.
25. Закон Стокса.
26. Правило Каши. Правило Левшина.
27. Закон Вавилова.
28. Связь интенсивности люминесценции с концентрацией вещества. Люминесцентный анализ
29. Спектры возбуждения люминесценции
30. Приборы для регистрации люминесценции.
31. Флуориметр со светофильтрами
32. Спектрофлуориметры
33. Поляризация флуоресценции
34. Перенос энергии электронного возбуждения
35. Некоторые другие примеры применения люминесценции
36. Качественный и количественный анализ природных флуоресцирующих соединений
37. Анализ образующихся или разрушающихся флуоресцирующих веществ
38. Изучение проницаемости гематоэнцефалического барьера
39. Иммунофлуоресцентный анализ
40. Доступность внутренних областей белковых молекул и биологических мембран для молекул кислорода
41. Измерение микровязкости по степени эксимеризации пирена
42. Распределение заряженных зондов между водной фазой и липидным слоем мембран
43. Измерение мембранного потенциала
44. Оценка полярности среды в окружении флуоресцентного зонда
45. Флуоресцентная микроскопия
46. Хемилюминесценция
47. Основные стадии хемилюминесцентной реакции
48. Эмпирические законы хемилюминесценции и их физический смысл
49. Собственная хемилюминесценция (сверхслабое свечение).
50. История изучения
51. Терминология
52. Хемилюминесценция, сопровождающая перекисное окисление липидов
53. Другие биохимические реакции, ответственные за

- собственную хемилюминесценцию
54. Две реакции, ответственные за перекисное окисление липидов
  55. Усиление хемилюминесценции сенситизаторами
  56. Перекисное окисление липидов в живых клетках, обнаруженное с помощью кумаринового красителя C-525
  57. Практическое применение собственной хемилюминесценции, связанной с перекисным окислением липидов.
  58. Определение продуктов перекисного окисления
  59. Оценка антиоксидантной активности
  60. Измерение свечения плазмы крови в целях диагностики заболеваний
  61. Хемилюминесценция при активации фагоцитов.
  62. Принцип метода ЭПР
  63. История открытия метода ЭПР
  64. Механический и магнитный моменты электрона
  65. Эффект Зеемана
  66. Основное уравнение резонанса.
  67. Характеристики спектров ЭПР
  68. Амплитуда сигнала
  69. Форма линии
  70. Ширина линии
  71. Сверхтонкая структура спектров ЭПР
  72. Устройство радиоспектрометра ЭПР
  73. Сигналы ЭПР, наблюдаемые в биологических системах
  74. Метод спиновых меток и зондов
  75. Метод спиновых ловушек.
  76. Фотобиологические процессы и их стадии
  77. Квантовый выход
  78. Фотохимический спектр действия
  79. Изменение свойств молекул в электронно-возбужденном состоянии
  80. Превращение связывающих  $\pi$ -орбиталей в разрыхляющие
  81. Изменение кислотно-основных свойств молекул
  82. Изменение окислительно-восстановительных свойств
  83. Комплексы с переносом заряда
  84. Методы изучения первичных фотопродуктов
  85. Импульсный фотолиз
  86. Импульсный радиолиз
  87. Изучение фотохимических реакций при глубоком охлаждении
  88. Использование метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)
  89. Ингибиторный анализ
  90. Молекулярно-клеточные механизмы действия  
низкоинтенсивного лазерного излучения
  91. Три гипотезы о механизмах действия НИЛИ
  92. Механизм 1: фотодинамическое действие лазерного  
излучения на биологические объекты.
  93. Механизм 2: фотореактивация супероксиддисмутазы
  94. Механизм 3: фотолиз соединений, содержащих по
  95. Участие эндогенных фотосенсибилизаторов в действии  
лазерного излучения на клетки
  96. Прайминг фагоцитов
  97. Усиление биосинтеза ферментов
  98. Фотолиз нитрозильных комплексов гемопротеинов
  99. Фотохимические реакции нитрозильных комплексов гемоглобина

100. Фотохимические реакции нитрозильных комплексов цитохрома с.
101. Введение
102. Что такое радикалы
103. Классификация радикалов
104. Методы исследования свободных радикалов
105. Биофизические методы: электронный парамагнитный резонанс и хемилюминесценция
106. Диеновая конъюгация
107. Международная база данных структуры белков (protein data base, pdb)
108. Биомаркеры
109. Ингибиторный анализ
110. Активные формы кислорода
111. Супероксидный анион-радикал
112. Пероксид водорода и радикалы гидроксила
113. Другие активные формы кислорода
114. В чем разница между микроскопией и рентгеноструктурным анализом?
115. Основные этапы получения данных белковой структуры
116. Выращивание белковых кристаллов
117. Прибор для анализа дифракции рентгеновских лучей кристаллами (дифрактометр) Классификация белков по их структуре и проблемы эволюции
118. Фибриллярные белки
119. Мембранные белки
120. Глобулярные белки
121. Как знание структуры молекулы белка помогает понять механизм ее работы
122. Каталаза, как она устроена, работает и защищается
123. Перенос электронов в дыхательной цепи митохондрий
124. Утечка электронов и образование свободных радикалов
125. Перспективы практического применения
126. Конструирование новых лекарственных препаратов (драг-дизайн)
127. Молекулярная биоэлектроника и нанотехнологии
128. Биомолекулярные роботы.
129. История изучения свойств и строения мембран
130. Биофизические методы изучения структуры мембранных белков и липидов
131. Электронная микроскопия.
132. Дифракция рентгеновских лучей (рентгеноструктурный анализ)
133. Ядерный магнитный резонанс
134. Другие методы
135. Белки мембран
136. Распределение функций между белками и липидами
137. Химический состав мембран
138. Амфифильные молекулы
139. Липидные кристаллы
140. Самосборка липидных мембран в водной среде

141. Монослой фосфолипидов на границе раздела фаз
142. Модельные мембраны
143. Липосомы
  144. Бислойные липидные мембраны (БЛМ)
  145. Фазовые переходы липидов в мембранах
  146. Подвижность углеводородных цепей фосфолипидных молекул
  147. Фазовые состояния липидного бислоя
  148. Плавление липидов при нагревании
  149. Метод дифференциальной сканирующей микрокалориметрии
  150. Кривые плавления
  151. Анализ кривых дск
  152. Измерение флуоресценции зондов.
  153. Светорассеяние
  154. Фазовое равновесие
  155. Кооперативность фазовых переходов
  156. Влияние размера кооперативной единицы на форму кривых плавления
  157. Физическое состояние липидного бислоя и активность ферментов в биомембранах. Основные понятия
  158. Пассивный транспорт.
  159. Облегченная диффузия
  160. Активный транспорт
  161. Кальций-транспортная АТФаза (Ca-АТФаза)
  162. Na-k- АТФаза
  163. H<sup>+</sup>- АТФаза
  164. Протонные помпы электрон-транспортных систем
  165. Сопряженный транспорт
  166. Перемещения иона в мембране
  167. Кинки
  168. Диффузия как результат хаотического блуждания молекул
  169. Вывод основного уравнения диффузии
  170. Поток ионов через мембрану. Проницаемость
  171. Роль примембранных слоёв воды
  172. Относительный вклад мембраны и примембранной воды в общее сопротивление потоку
  173. Диффузия ионов при наличии электрического поля.
  174. Мембранные потенциалы
  175. Изменение величины потенциальных барьеров для движения иона при наличии внешнего электрического поля
  176. Однobarьерная модель ионного транспорта
  177. Электродиффузия иона в однородной среде
  178. Диффузия и электрофорез
  179. Скорость перемещения ионов в электрическом поле.
  180. Электродиффузия как сумма диффузии и электрофореза
  181. Уравнение ТеореллаСвязь между потоком ионов и электрическим током в среде
  182. Поток ионов через мембрану
  183. Решение уравнения Нернста-Планка в приближении Гольдмана
  184. Электропроводность мембраны
  185. Профиль потенциала в мембране
  186. Что значит "по градиенту"?
  187. Каналы, образуемые грамицидином А

188. Проводимость одиночных каналов.
189. Взаимодействие ионов в канале
190. Сопряженный транспорт
191. Сопряжение на переносчике
192. Сопряжение через изменение РН
193. Сопряжение транспорта ионов через мембранный потенциал.
194. Условия сопряжения
195. Эффекты насыщения
196. Кальций-транспортные АТФазы
197. Выделение и очистка СА- АТФазы
198. Энергетика транспорта ионов кальция
199. Механизм переноса ионов кальция
200. Связывание ионов кальция (стадия 1)
201. Связывание АТФ (стадия 2)
202. Фосфорилирование белка (стадия 3)
203. Гидролиз энзим-фосфатного комплекса (стадия 4)
204. Перенос кальция через мембрану (транслокация)
205. Завершение цикла – гидролиз фосфофермента (стадии 5 и 6)
206. Прямые доказательства того, что фермент “шевелится”, когда работает
207. Физическое состояние липидов и работа СА- АТФазы
208. Строение кальциевой атфазы
209. Другие СА- АТФазы
210. Регуляция активности транспортных АТФаз
211. Нарушение активности СА-АТФазы в патологии.
212. Происхождение потенциалов покоя
213. Равновесный потенциал Нернста
214. Доннановское равновесие и потенциал Доннана
215. Стационарный потенциал Гольдмана-Ходжкина
216. Потенциал при работе электрогенной помпы
217. Генерация потенциалов действия
218. онные токи через мембрану
219. Математическое описание кинетики ионных токов
220. Селективность ионных каналов
221. Распространение потенциала действия по нервному волокну
222. Постановка задачи
223. Этап 1. Зависимость потенциала от времени в заданном месте.
224. Этап 2. Зависимость потенциала от координаты в данный момент времени.
225. Телеграфное уравнение
226. Снижение потенциала с расстоянием.
227. Комплексные числа
228. Изображение комплексного числа в виде точки на комплексной плоскости
229. Представление комплексного числа в виде показательной функции
230. Сложение и умножение комплексных чисел

231. Колебания  
 232. Колебательные процессы в неживой и живой природе  
 233. Упругое колебание  
 234. Графическое представление гармонического колебания  
 235. Скорость и ускорение колеблющегося тела  
 236. Кинетическая и потенциальная энергии колебательных движений  
 237. Затухающие колебания  
 238. Волны  
 239. Механические волны  
 240. Плоские и сферические волны  
 241. Уравнение плоской волны  
 242. Волновое уравнение  
 243. Преобразование Фурье.

***Шкала оценки для проведения экзамена по дисциплине***

| Оценка за ответ   | Критерии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– полно раскрыто содержание материала;</li> <li>– материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</li> <li>– продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;</li> <li>– точно используется терминология;</li> <li>– показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>– продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</li> <li>– ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;</li> <li>– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;</li> <li>– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;</li> <li>– допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.</li> </ul> |
| Хорошо            | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вопросы излагаются систематизировано и последовательно;</li> <li>– продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>– продемонстрировано усвоение основной литературы.</li> <li>– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| Удовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"> <li>– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;</li> <li>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>– при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации;</li> <li>– продемонстрировано усвоение основной литературы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неудовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"> <li>– не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов</li> <li>- не сформированы компетенции, умения и навыки,</li> <li>- отказ от ответа или отсутствие ответа</li> </ul> |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Перечень тем для индивидуальных заданий (рефератов)

#### 1. Фотобиологические процессы.

- Биохимические основы и механизмы фоторецепции.

Кинетика фотобиологических процессов.

Биохемилюминесценция биологических объектов Хемилюминесцентные методы в биологии

- Действие оптического излучения на биологические объекты
- Действие УФ излучения на белки и нуклеиновые кислоты. Молекулярные механизмы повреждения ДНК при действии УФ излучения.

#### 2. Экологическая биофизика

- Адаптация устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации клеток организмов популяций
- Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии, и гипероксии)

Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Роль свободнорадикального кислорода

Молекулярные факторы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температуре, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии).

#### 3. Радиационная биофизика

- Электромагнитные поля в природе технике и жизни человека.
- Излучения как инструмент исследования структуры и свойств молекул.
- Биофизические механизмы действия ионизирующей радиации.
- Химическая защита от лучевого поражения.
- Биологическое значение малых доз радиации.
- Использование различных видов излучения в медицине, технике и сельском хозяйстве.

### Критерии оценивания выполнения реферата

| Оценка  | Критерии                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично | полностью раскрыта тема реферата; указаны точные названия и определения; правильно сформулированы понятия и категории; проанализированы и сделаны собственные выводы по выбранной теме; использовалась дополнительная литература и иные материалы и др. |
| Хорошо  | недостаточно полное, раскрытие темы; несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; использование устаревшей литературы и других источников;                                                  |

| Оценка              | Критерии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Удовлетворительно   | реферат отражает общее направление изложения лекционного материала и материала современных учебников; наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; использование устаревшей литературы и других источников; неспособность осветить проблематику дисциплины и др.; |
| Неудовлетворительно | тема реферата не раскрыта; большое количество существенных ошибок; отсутствие умений и навыков, обозначенных выше в качестве критериев выставления положительных оценок и др.                                                                                                                                                                     |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Основная литература

1. Владимиров, Ю. А. Лекции по медицинской биофизике : учеб. пособие для мед. вузов / Ю. А. Владимиров, Е. В. Проскурина. - М.: Изд-во МГУ Академкнига, 2007.
- 2 Рубин А.Б.- М.: Изд-во МГУ; изд-во «Наука», 2004,-448 (Классический университетский учебник)
- 3 Ремизов А.Н., Максина А. Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. Москва. Дрофа. 2003.
- 4 Ремизов А.Н. Сборник задач по медицинской биофизики. Москва. Дрофа 2002
- 5 Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Москва. Физматлит 2002
- 6 Волькенштейн, Михаил Владимирович. Биофизика [Текст] : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 595 с.
- 7 Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие. Элек-трон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 596 с.

### 8.2.Дополнительная литература

- 1 Самойлов В.О. Медицинская биофизика: учебник. - СПб: СпецЛит, 2004. – 496 с.
2. Иванов И. В. Основы физики и биофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 208 с.
- Рубин А.Г. Сборник задач по биофизике. Учебное пособие Книжный дом "Университет" (КДУ). 2001.
3. Лекции по медицинской биофизике. Гриф УМО по медицинскому образованию Владимиров. 12. А. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.
4. Виноградов Н.Н. Владос «Практикум по биофизике» 2004.
5. Ю.А. Владимиров, Е.В. Проскурнина «Лекции по медицинской физике».
6. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. 2004
7. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. 2004.
8. Машаев С.Ш., Байсултанов И.Х., Исаева Э.Л. Краткий курс по медицинской биофизике.
9. Машаев С.Ш., Исаева Э.Л. Учебно – медицинское пособие по биофизике.
10. Жаботинский А.М. Концентрационные автоколебания. М., Наука, 1974.
11. Иваницкий Г.Р., Кринский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки. М.,Наука, 1978.
12. Биртштейн Т.М., Птицын О.Б. Конформация молекул. М.,Наука, 1963.
13. Волькштейн М.В. Биофизика. М., Наука, 1981.

14. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., Наука, 1977.
15. Антонов В.Ф., Смирнова Е.Ю., Шевченко Е.И. Липидные мембраны при фазовых превращениях. М., Наука, 1992.

### 8.3. Лицензионное программное обеспечение:

|    | Наименование ПО                                                                                                                                                                                                         | Тип лицензии                            | № Договора                  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| 1  | Среда электронного обучения 3KL Moodle, версия 5GB 4.1.3b                                                                                                                                                               | Коммерческая                            | №1756-2 от 20 сентября 2023 |
| 2  | 1С Университет ПРОФ. Ред.2.2.                                                                                                                                                                                           | Коммерческая                            | №ЛМ00-000221                |
| 3  | 1С: Университет ПРОФ. Активация возможности обновления конфигурации на 12 мес.                                                                                                                                          | Коммерческая                            | №ЛМ00-000221                |
| 4  | Программное обеспечение «Планы ВПО»                                                                                                                                                                                     | Коммерческая                            | №2193-24                    |
| 5  | Аппаратно-программный комплекс в составе интерактивного стола и предустановленного программного обеспечения для отображения трехмерного образа человеческого тела. Интерактивный анатомический стол «Пирогов» Модель II | Коммерческая                            | №1190                       |
| 6  | Защищенный программный комплекс 1С: Предприятие 8.3z                                                                                                                                                                    | Коммерческая                            | №ЛМ00-000221                |
| 7  | 1С: Предприятие 8 ПРОФ.                                                                                                                                                                                                 | Коммерческая                            | №ЛМ00-000221                |
| 8  | 1С: Предприятие 8.3 ПРОФ. Лицензия на сервер.                                                                                                                                                                           | Коммерческая                            | №ЛМ00-000221                |
| 9  | 1С: Бухгалтерия 8 ПРОФ.                                                                                                                                                                                                 | Коммерческая                            | №ЛМ00-000490                |
| 10 | 1С: Зарплата и управление персоналом 8 ПРОФ.                                                                                                                                                                            | Коммерческая                            | №ЛМ00-000490                |
| 11 | MS SQL Server 2019 Standard                                                                                                                                                                                             | Коммерческая<br>не исключительное право | №ЛМ00-000221                |
| 12 | Система анализа программного и аппаратного ТСIP/IP сетей (сетевой сканер Ревизор Сети версии 3.0)                                                                                                                       | Коммерческая                            | №966                        |
| 13 | Единый центр управления Dallas Lock. Максимальное количество сетевых устройств для мониторинга: 3                                                                                                                       | Коммерческая                            | №966                        |
| 14 | Неисключительное право на использование Dallas Lock 8.0-K (СЗИ НСД, СКН)                                                                                                                                                | Коммерческая                            | №966                        |
| 15 | Модуль сбора данных для специального раздела сайта образовательной организации высшего образования                                                                                                                      | Коммерческая<br>не исключительное право | №2135-23                    |
| 16 | Kaspersky Стандартный Certified Media Pack Russian Edition.                                                                                                                                                             | Коммерческая                            | №297                        |
| 17 | Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.                                                                                                                                                  | Educational License                     | №1190                       |
| 18 | Ревизор сети (версия 3.0), стандартное продление лицензии на 1 год                                                                                                                                                      | Коммерческая                            | №1190                       |
| 19 | Ревизор сети (версия 3.0) 5 IP, право на использование дополнительного IP адреса к лицензии на 1 год                                                                                                                    | Коммерческая                            | №1190                       |
| 20 | Неисключительное право на использование Dallas Lock 8.0-K (СЗИ НСД, СКН)                                                                                                                                                | Коммерческая                            | №1190                       |

|    |                                                                                                                                                                    |                                        |         |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|
| 21 | Dallas Lock 8.0-K с модулем «Межсетевой экран». Право на использование (СЗИ НСД, СКН, МЭ)                                                                          | Коммерческая                           | №3D-24  |
| 22 | Лицензия на использование программы RedCheck Professional для localhost на 3 года                                                                                  | Коммерческая                           | №393853 |
| 23 | Медиа-комплект для сертифицированной версии средства анализа защищенности RedCheck                                                                                 | Коммерческая                           | №393853 |
| 24 | Kaspersky Certified Media Pack Customized                                                                                                                          | Коммерческая                           | №393853 |
| 25 | ФИКС (версия 2.0.2), программа фиксации и контроля исходного состояния программного комплекса для ОС семейства Windows. Лицензия (право на использование) на 1 год | Коммерческая                           | №393853 |
| 26 | TERRIER (версия 3.0) Программа поиска и гарантированного уничтожения информации на дисках. Лицензия на право использования на 1 год                                | Коммерческая                           | №393853 |
| 27 | Передача неисключительных прав на использование ПО ViPNet Client for Windows 4.x (KC2). Сеть 2458                                                                  | Коммерческая                           | №393853 |
| 28 | Ревизор 1 XP Средство создания модели системы разграничения доступа. Лицензия на право использования на 1 год                                                      | Коммерческая                           | №393853 |
| 29 | Ревизор 2 XP Программа контроля полномочий к информационным ресурсам. Лицензия на право использования на 1 год                                                     | Коммерческая                           | №393853 |
| 30 | Агент инвентаризации. Лицензия на право использования на 1 год                                                                                                     | Коммерческая                           | №393853 |
| 31 | Libre Office                                                                                                                                                       | Бесплатная, GNU General Public License |         |
| 32 | GIMP                                                                                                                                                               | Бесплатная, GNU General Public License |         |
| 33 | Mozilla Thunderbird                                                                                                                                                | Mozilla Public License                 |         |
| 34 | 7-Zip                                                                                                                                                              | Бесплатная, GNU General Public License |         |
| 35 | Google Chrome                                                                                                                                                      | GPL                                    |         |
| 36 | Ubuntu                                                                                                                                                             | GPL                                    |         |
| 37 | VLC media player                                                                                                                                                   | LGPLv2.1+                              |         |

#### 8.4. Современные профессиональные базы данных:

1. Библиотека электронных ресурсов Исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. – <http://www.hist.msu.ru/>, доступ свободный
2. Военная литература. – <http://militera.lib.ru/>, доступ свободный
3. Восточная литература. Средневековые исторические источники. – <http://www.vostlit.info/>, доступ свободный
4. Всемирная история в лицах. – <http://www.vivl.ru/>, доступ свободный
5. Лабиринт времен. Исторический альманах. – <http://www.hist.ru/neizv.html>, доступ свободный

6. Мир истории. Российский электронный журнал. – <http://www.historia.ru/>, доступ свободный
7. Мир энциклопедий. – <http://www.encyclopedia.ru/>, доступ свободный
8. Некоммерческая электронная библиотека «ImWerden». История. – <http://imwerden.de/>, доступ свободный
9. Российское образование. Федеральный портал. – <http://www.edu.ru/>, доступ свободный
10. Хронос. Всемирная история в Интернете. – <http://www.hrono.ru/>, доступ свободный
11. Энциклопедии Кирилла и Мефодия. – <http://www.megabook.ru/>, доступ свободный

### 8.5. Информационные справочные системы:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, доступ свободный
2. Информационно-правовой сервер «Гарант» – Режим доступа: <http://www.garant.ru>, доступ свободный

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Учебная аудитория 8 для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций 357114, Ставропольский край, г. Невинномысск, Бульвар Мира, д. 25,</p> | <p>1. Учебная мебель:<br/>-Комплект учебной мебели: стол на два посадочных места (40 шт.);<br/>-стул ученический (80 шт.);<br/>-стол преподавателя (1 шт.);<br/>-кресло преподавателя (1 шт.);<br/>-доска классная;<br/>2. Технические средства обучения:<br/>-набор демонстрационного оборудования:<br/>- мультимедиа-проектор-(1 шт.);<br/>-компьютер(ноутбук) с подключением к сети «Интернет» и доступом к ЭИОС ВУЗа;<br/>-учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации</p>                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Учебная аудитория № 10, для проведения практических занятий, текущего контроля и промежуточных аттестаций 357114, Ставропольский край, г.Невинномысск, ул.Чкалова, д 67</p>                                                             | <p>1. Учебная мебель: -Комплект учебной мебели: стол на два посадочных места (15 шт.); -стул ученический (30 шт.); -стол преподавателя (1 шт.); -кресло преподавателя (1 шт.); -доска классная;<br/>2. Технические средства обучения: -набор демонстрационного оборудования: - мультимедиа-проектор-(1 шт.); -компьютер (ноутбук) с подключением к сети «Интернет» и доступом к ЭИОС ВУЗа;<br/>-учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации;<br/>-набор мультимедийных презентаций. 3. Стол металлический лабораторный -1шт.;<br/>- Шкаф металлический лабораторный -1 шт.;<br/>- Стеллаж двухсторонний – 4 шт.;<br/>- Оптическая скамья, оснащенная осветителем, экраном, двумя линзами (собирающей и</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>рассеивающей) – 1 шт.;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Измерительная лента – 1 шт.;</li> <li>- Осциллограф учебный – 1шт.;</li> <li>- Учебно-наглядные пособия — презентации, таблицы, плакаты по различным разделам дисциплины;</li> <li>- Лабораторное оборудование — калориметры, набор пружин, штативы, электронные весы, рефрактометр, поляриметры, ганиометры и набор дифракционных решёток к ним;</li> <li>- Инструменты для практических занятий — пинцеты, препаровальные иглы, ножницы, скальпели.</li> <li>- Барометр Анероид – 2 шт.;</li> <li>- Флакон д/дистиллированной воды – 1 шт.;</li> <li>- Плитка электрическая – 1 шт.;</li> <li>- Микроамперметр – 1 шт.;</li> <li>- Выпрямитель питания 9 Вольт – 4 шт.;</li> <li>- Соединительные провода – 30 шт.;</li> <li>- Штатив с лапкой-держателем - 8 шт.</li> <li>- Весы электронные -10 шт.;</li> <li>- Секундомер -15 шт.</li> </ul> |
| <p>Учебная аудитория № 9</p> <p>Помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к ЭИОС вуза 357114, Ставропольский край, г Невинномысск, ул Чкалова, д 67</p> | <p>комплекты учебной мебели;</p> <p>компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» и доступом к ЭИОС вуза;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 10. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОБУЧАЮЩИМИСЯ-ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ПРИ НАЛИЧИИ)

Особые условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее обучающихся с ограниченными возможностями здоровья) определены на основании:

- Закона РФ от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Закона РФ от 24.11.1995г. № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;

- Приказа Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;

- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утв. Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения

коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

В целях доступности изучения дисциплины инвалидами и обучающимися с ограниченными возможностями здоровья организацией обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

– наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети «Интернет» для слабовидящих;

– размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

– присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

– обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-поводыря к зданию организации;

2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

– дублирование звуковой справочной информации визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

– обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата. Материально-технические условия обеспечивают возможность беспрепятственного доступа обучающихся в помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, локальное понижение стоек-барьеров, наличие специальных кресел и других приспособлений).

Обучение лиц организовано как инклюзивно, так и в отдельных группах.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Преподавание основ дисциплины базируется на предметно – ориентированной технологии обучения, включающей:

1. Информационно – развивающие методы (лекции, объяснения, демонстрация мультимедийных иллюстраций, самостоятельная работа с литературой);

2. Репродуктивные методы (пересказ учебного материала);

3. Творчески репродуктивные методы (решение ситуационных задач с практической направленностью, подготовка публикаций, докладов и выступлений на конференциях);

4. Технология оценивания учебных достижений – тестовая оценка усвоения знаний, балльно-рейтинговая система оценивания знаний, умений и навыков студентов.

В процессе лекционных и семинарских занятий используется следующее программное обеспечение:

1. Программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет;

2. Программы, демонстрирующие видео - материалы;

В случае использования персонального компьютера следует пользоваться возможностями мастера функций программы MS Excel.

ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ  
рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ ) и одобрена на заседании Ученого совета (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ ) для исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году

Внесены дополнения (изменения): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы и фамилия)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ ) и одобрена на заседании Ученого совета (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_ ) для исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году

Внесены дополнения (изменения): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

---

Заведующий кафедрой

---

*(подпись, инициалы и фамилия)*

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ №\_\_\_\_) и одобрена на заседании Ученого совета (протокол от \_\_\_\_\_ №\_\_\_\_) для исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году  
Внесены дополнения (изменения): \_\_\_\_\_

---

---

---

Заведующий кафедрой

---

*(подпись, инициалы и фамилия)*

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ №\_\_\_\_) и одобрена на заседании Ученого совета (протокол от \_\_\_\_\_ №\_\_\_\_) для исполнения в 20\_\_-20\_\_ учебном году  
Внесены дополнения (изменения): \_\_\_\_\_

---

---

---

Заведующий кафедрой

---