

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической  
работе, д-р филол. наук, профессор

Е.Г. Елина

« 22 » 2015 г.



**Рабочая программа кандидатского экзамена по  
дисциплине специальности**

Направление подготовки кадров высшей квалификации  
**06.06.01 «Биологические науки»**

Направленность  
**«Биофизика»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
**Очная**

Саратов, 2015

## **1. Цели и задачи кандидатского экзамена**

**Цель:** проверка приобретенных аспирантами знаний, касающихся важнейших проблем научно-исследовательской и профессиональной деятельности в соответствии с требованиями подготовки федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки».

### **Задачи:**

- определить уровень знаний и квалификацию обучающегося по основным вопросам направленности «Биофизика» направления «Биологические науки»;
- определить уровень знаний и квалификацию обучающегося по вопросам биофизики, входящим в исследования, проводимые на базе Саратовского госуниверситета;
- выявить уровень полученных компетенций.

## **2. Место кандидатского экзамена в структуре ООП аспирантуры**

«Кандидатский экзамен по дисциплине специальности» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и в полном объеме относится к вариативной части программы по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», направленность «Биофизика» (Б1.В.ОД.2.2).

Кандидатский экзамен по направленности «Биофизика» сдается в 5 семестре.

## **3. Компетенции, проверяемые в процессе сдачи кандидатского экзамена.**

ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

УК-1 – способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

## **4. Структура и содержание программы кандидатского экзамена.**

- Общая трудоемкость – 1 зач. единица;
- 36 часов;
  - 5 семестр.

## Содержание дисциплины (программа)

### ПРОГРАММА-МИНИМУМ кандидатского экзамена по специальности 06.06.01 «Биологические науки»

#### Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: биофизика сложных систем, теоретическая биофизика (кинетика биологических процессов, термодинамика необратимых процессов и ее применение к биологическим системам); молекулярная биофизика (пространственная организация биополимеров, динамические свойства глобулярных белков, электронные свойства биополимеров); биофизика клеточных процессов (биофизика мембранных процессов, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения, биофизика сократительных систем, биофизика рецепции, биофизика фотобиологических процессов).

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по физике при участии Института проблем химической физики РАН и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

#### Общие положения

Предмет биофизики, ее место в естествознании. Взаимосвязь физических, физико-химических и биологических процессов в живых организмах. Разделы и методы биофизики.

### 1. Биофизика сложных систем. Теоретическая биофизика

#### 1.1. Кинетика биологических процессов

Общая характеристика реакций в биологических системах. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.

Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем.

Линейные и нелинейные процессы.

Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие фазовой плоскости.

Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний.

Быстрые, медленные переменные. Временная иерархия и принцип узкого места. Его проявление в стационарной кинетике биологических процессов. Понятие о методе квазистационарных концентраций.

Колебательные процессы в биологии, значение их теоретического исследования. Понятие автоколебательного режима динамической модели. Предельные циклы. Примеры автоколебательных моделей.

Кинетика ферментативных реакций. Особенности механизма ферментативных процессов.

Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние различных факторов на кинетику ферментативных реакций (ингибиторы, активаторы, рН-среды, ионы металлов). Общие принципы регулирования и анализа более сложных ферментативных реакций. Применение метода графов.

Множественность стационарных состояний биологических систем. Модели триггерного типа. Управляющие параметры. Параметрическое и силовое переключение триггера. Примеры моделей триггерных систем.

Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Теория абсолютных скоростей реакций и активированного комплекса. Ограничения применимости этих представлений в биоструктурах.

Модели экологических систем. Понятие распределенных систем. Математический аппарат описания распределенных систем — уравнения в частных производных.

Активные химические и биологические среды.

Модель Тьюринга.

Распространение возмущений в активных химических и биологических средах.

Пространственно-неоднородные стационарные состояния — диссипативные структуры. Устойчивые и неустойчивые структуры в биологическом морфогенезе. Модели дифференцировки тканей. Базовые модели в математическом моделировании биологических процессов.

## *1.2. Термодинамика необратимых процессов и ее применение к биологическим системам*

Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применение к биологическим системам. Второй закон термодинамики в биологии. Понятие термодинамического равновесия. Расчеты стандартных энергий реакций в биологических системах.

Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Стационарное состояние и условие

минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина. Осуществление принципа Ле-Шателье в стационарных состояниях.

Границы применимости линейной термодинамики в биологии. Критерий «удаленности» сложных биологических процессов и их отдельных стадий от термодинамического равновесия. Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь между кинетикой и термодинамикой.

Связь энтропии и информации в биологических системах. Понятия количества и ценности информации. Условия запасаения, хранения и переработки информации в макромолекулярных системах.

## **2. Молекулярная биофизика**

### *2.1. Пространственная организация биополимеров*

Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта.

Общий характер объемных взаимодействий и влияние внешнего поля на стабильность конформации биополимеров (по работам Лифшица). Фазовые переходы. Кооперативные свойства макромолекул. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и стабильность вторичной и третичной структур. Поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет конформационной энергии. Конформация полипептидной цепи. Стерические карты.

Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.

Топология и физика кольцевых замкнутых ДНК.

### *2.2. Динамические свойства глобулярных белков*

Взаимодействие статистических и механических факторов, определяющих динамическую подвижность белков.

Динамическая структура глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен; люминесцентные методы; спиновая метка; гамма-резонансная метка; ЯМР высокого разрешения; импульсные методы ЯМР.

Результаты исследования конформационной подвижности. Типы движения в белках. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.

### 2.3. Электронные свойства биополимеров

Химические взаимодействия в макромолекулах. Цепь главных валентностей. Электронные уровни. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Электроны, энергия делокализации. Примеры расчетов взаимодействия атомов в пептидной группе и в азотистых основаниях.

Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка-Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность.

Механизмы и физические модели переноса электронов в биоструктурах. Туннельный эффект. Особенности электронных переходов и конформационных перестроек в больших молекулах. Природа электронноконформационных взаимодействий в релаксационных процессах.

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Строение активного центра и электронные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Примеры.

## 3. Биофизика клеточных процессов

### 3.1. Биофизика мембранных процессов

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Структурная организация мембран. Липиды. Характеристика мембранных белков. Вода как составной элемент биомембран.

Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.

Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Фазовые переходы в мембранных системах. Вращательная, трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Белок-липидное взаимодействие в мембранах.

Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение дзета-потенциала и характеристика основных факторов, определяющих его величину.

Пассивные электрические явления в биоструктурах. Типы поляризации.

Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости биоструктур. Зависимость диэлектрических потерь от частоты.

Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Зоны дисперсии электрических параметров биологических объектов.

Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных

радикалов в тканях в норме и при патологических процессах; роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

Проблема транспорта веществ через биомембраны. Проницаемость биомембран. Движущие силы процесса переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта. Уравнения диффузии, константа проницаемости.

Транспорт неэлектролитов. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Простая диффузия низкомолекулярных веществ. Ограниченная диффузия.

Проницаемость биологических мембран для воды.

Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через биологическую мембрану с участием переносчиков. Пиноцитоз.

Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательность. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран. Роль переносчиков в проницаемости биологических мембран для ионов. Примеры (валиномицин, грамицидин).

Структура и свойства каналов, их роль в ионном транспорте. Механизмы переноса ионов через канал. Селективность. Воротные токи. Механизмы регулирования проводимости каналов. Кооперативная модель. Флуктуации ионных токов.

Распределение ионов по обе стороны биологической мембраны.

Причины возникновения биопотенциалов. Концентрационные, диффузионные, фазовые и мембранные потенциалы. Равновесие Доннана. Равновесный электрохимический потенциал. Потенциал покоя и его связь с распределением ионов. Роль калия в генерации потенциала покоя. Гипотеза о натриевом насосе. Уравнение поля Гольдмана. Мембранная теория Ходжкина—Хаксли—Катца.

Экспериментальные доказательства наличия транспорта ионов натрия. Транспортные АТФазы. Модели параллельно функционирующих пассивных и активных каналов транспорта ионов через мембрану.

Транспорт ионов водорода, калия и кальция через мембраны митохондрий и хлоропластов. Хемиосмотическая теория Митчела. Сопряженный транспорт.

Потенциал действия. Роль натрия и калия в генерации потенциала действия в нервах и мышцах. Роль кальция и хлора в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменения потоков ионов при возбуждении. Роль и механизмы активации и инактивации каналов в генерации потенциала действия. Функциональное значение потенциала действия.

Связь биоэлектрических явлений с метаболизмом и распространением возбуждения.

Кабельная теория проведения возбуждения. Проведение нервного импульса по немиелиновым и миелиновым аксонам. Математические модели

проведения. Физико-химические изменения в нервах при проведении возбуждения.

Основные понятия теории возбудимых сред.

### *3.2. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения*

Связь транспорта ионов и процессов переноса электрона в хлоропластах и митохондриях.

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизованное состояние мембран; роль векторной  $H^+$  — АТФазы.

Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.

Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

### *3.3. Биофизика сократительных систем*

Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.

Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

### *3.4. Биофизика рецепции*

Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация; строение; спектральные характеристики. Фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии; вестибулярный аппарат; кортиева орган внутреннего уха. Общие представления о работе



органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги; классификация запахов.

Вкус. Строение вкусовых клеток; проблема вкусовых рецепторных белков.

Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

### *3.5. Биофизика фотобиологических процессов*

Общая характеристика фотохимических реакций и их типы.

Основные стадии фотобиологического процесса: возбуждение фоторецептора; миграция энергии возбуждения; первичный фотохимический акт; сопряжение с ферментативными стадиями; физиологический эффект. Основы молекулярной организации фоторецептора. Люминесценция биологически важных молекул.

Процессы растрат энергии и фотохимический акт. Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции.

Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация.

Фотосинтез. Спектр действия, поглощение и миграция энергии в фотосинтетической единице. Механизмы разделения зарядов в реакционном центре. Генерация потенциалов. Роль, мембранных структур. Электронтранспортная цепь и две фотохимические реакции.

Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотофосфорилирования.

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

Энергетический и квантовый выход. Молекулярные механизмы других фотобиологических процессов: зрение; фототропизм; фотопериодизм; фототаксис; абиогенный синтез веществ; фотодинамическое действие; фотореактивация; действие ультрафиолета на белки и нуклеиновые кислоты; бактерицидное действие.

Взаимодействие лазерного излучения с биоструктурами.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**кандидатского экзамена по специальности**  
**06.06.01 «Биологические науки»**

**1. Биомедицинская оптика**

**1 Медицинские приборы, аппараты и комплексы**

- 1.1 Классификация медицинских приборов. Технические средства диагностики и воздействия, средства управления параметрами среды, средства замещения утраченных функций. Системы классификации медицинских приборов.
- 1.2 Виды физических сигналов, характеризующих тело человека. Тепловое излучение. Биолюминесценция. Электрические поля. Ультразвуковые и акустические сигналы. Магнитные поля.
- 1.3 Приборы для исследования биоэлектрической активности организма. Электрокардиографы. Электроэнцефалографы. Электромиографы. Реографы. Аппаратура для измерения характеристик кожи и биологически активных точек.
- 1.4 Аппараты для исследования неэлектрических характеристик организма. Аппараты для изучения оптических свойств биообъектов: фотоплетизмография, капнометрия, флюоресцентная диагностика, лазерная доплеровская флоуметрия, спекл-контрастный метод. Аппаратура для исследования механических свойств биообъектов: спирометры, сфигмография, плетизмография. Акустические характеристики биообъекта: аудиометрические устройства, фонокардиографы, ультразвуковые доплеровские приборы.
- 1.5 Приборы биологической интроскопии. Тепловизоры. Рентгеновские приборы. Компьютерные томографы.
- 1.6 Комплексы для лабораторного анализа. Физико-механические анализаторы проб. Фотометрические лабораторные анализы. Хроматографы. Гематологические анализаторы.
- 1.7 Аппараты и системы для физиотерапии. Системы воздействия электрическим током. Биостимуляторы. Аппараты для воздействия ионизирующим излучением. Аппаратура для ультразвуковой, лазерной и магнитотерапии. Аппараты для воздействия на биологически активные точки.
- 1.8 Хирургическая техника и соответствующее техническое обеспечение. Лазерные скальпели. Ультразвуковые скальпели. Аппараты для поддержания кровообращения. Наркозно-дыхательная аппаратура.
- 1.9 Технические средства восстановления утраченных функций. Имплантируемые биостимуляторы. Протезы конечностей. Технические средства для реабилитации.

**2 Современные проблемы биомедицинской и экологической инженерии**

- 2.1 Гистологическая техника. Фиксация. Криофиксация. Лиофилизация. Обезвоживание. Заливка. Приготовление срезов. Микротом. Криостат.

Ультратом. Вибротом. Замораживание и скалывание: микроскопия методом микросколов. Мазки и смывы. Окрашивание смывов и мазков. Депарафинирование. Кислые, щелочные и стандартные красители. Импрегнация.

2.2 Обзор методов микроскопии, используемых в биомедицинской и экологической инженерии. Световая микроскопия. Темнопольная микроскопия. Фазово-контрастная микроскопия. Поляризационная микроскопия. Интерференционная микроскопия. Лазерная конфокальная микроскопия. Люминесцентная микроскопия. Электронная микроскопия. Просвечивающий электронный микроскоп. Сканирующий электронный микроскоп. Рентгеновская микроскопия.

2.3 Общая гистология. Методы исследования эпителиальных тканей. Методы исследования крови и кроветворения. Методы исследования соединительных тканей. Методы исследования иммунокомпетентных клеток. Методы исследования мышечных тканей. Методы исследования нервной ткани.

2.4 Анализ и обработка изображений в гистологии и морфологии. Общие морфометрические и стереометрические характеристики. Техническое оснащение морфометрических и стереометрических исследований. Статистическое обеспечение стереометрических исследований. Формирование выборочных репрезентативных групп для стереометрического исследования. Случайный отбор участков органа и органомерический анализ. Случайный отбор гистологических срезов и полей зрения и гистоцитометрический анализ. Методы стереометрического анализа. Описание формы микрообъектов. Оценка ориентировки структурных компонентов ткани. Стереометрический анализ компонентов биологических объектов. Объемные отношения. Определение объемной плотности. Определение удельных площадей и объемов структурных компонентов. Измерение удельной и общей площади поверхности микрообъектов. Отношение поверхности к объему. Численная плотность. Методы определения размеров микрообъектов. Определение истинных размеров сферических структур. Методы определения числа и длины микрообъектов. Методы определения удельной и абсолютной длины микрообъектов на срезах.

2.5 Методы количественного исследования микроструктур. Организация количественного морфологического исследования. Планирование работы. Репрезентативность морфологических выборок. Объем представительной выборки. Порядок проведения наблюдений. Принцип сохранения признаков патологического процесса на разных уровнях морфологического исследования. Статистическая обработка морфометрических данных и контроль за ошибками исследования.

### **3 Методы математической обработки медико-биологических данных**

- 3.1 Предмет и методы биометрии, биостатистики и биоинформатики: вводные замечания и основополагающие понятия. Что такое статистика? Специальные разделы статистики: биометрия, биоинформатика и биостатистика. Понятие статистической совокупности и закономерности. Статистическое наблюдение. Способы сбора данных. Методические и организационные аспекты статистического наблюдения. Требования, предъявляемые к статистическим данным. Ошибки наблюдения. Представление статистических данных: таблицы и графики.
- 3.2 Статистические совокупности и статистические закономерности. Элементы статистической совокупности. Понятие признака объекта. Характер выражения признаков: описательные и количественные. Способ выражения признаков: первичные и вторичные признаки. Прямые и косвенные признаки. Моментные и интервальные признаки. Альтернативные, дискретные и непрерывные признаки. Обобщающие характеристики статистической совокупности и статистическая закономерность. Статистические показатели. Абсолютные и относительные статистические показатели. Виды относительных показателей.
- 3.3 Классификация и группировка. Понятие признака объекта в теории классификации. Классификация объектов. Способы определения расстояния. Евклидово расстояние, расстояние по Манхэттену (метрика городских кварталов), Чебышевское расстояние, расстояние по Камберру. Классификация по минимальному расстоянию. Понятие о кластерном анализе. Группировка, как частный случай классификации. Открытые и закрытые интервалы. Равные, неравные (равнонаполненные) интервалы. Простая, политетическая и комбинационная, типологическая и структурная группировки. Этапы проведения группировки.
- 3.4 Вариации массовых явлений. Понятие вариации. Вариационный ряд. Ранжированный, дискретный и интервальный вариационный ряд. Формула Стержеса (Штюргеса) для числа интервалов в интервальном вариационном ряду. Правило Йетса. Ширина интервала. Гистограмма. Полигон. Гистограмма и полигон, как выборочные аналоги дифференциальной и интегральной функций распределения, используемых в математической статистике.
- 3.5 Структурные характеристики вариационного ряда Медиана распределения. Модальный интервал. Мода распределения. Оценка медианы по интервальному ряду. Оценка моды по интервальному ряду. Квартили распределения. Квинтили, децили и перцентили. Моменты распределения и показатели его формы. Центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков. Коэффициент асимметрии. Коэффициент асимметрии Пирсона. Левосторонняя и правосторонняя асимметрия. Эксцесс. Размах или амплитуда вариации. Средний модуль отклонений. Среднее взвешенное линейное

отклонение. Среднее квартильное расстояние. Относительные показатели вариации. Относительный размах вариации. Относительное отклонение по модулю. Относительное среднеквадратическое отклонение. Относительное квартильное расстояние. Предельно возможные значения показателей вариации.

- 3.6 Корреляционно-регрессионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ. Дисперсионная таблица и проверка гипотез. Двухфакторный дисперсионный анализ. Понятие функциональной, стохастической и корреляционной зависимости. Функция регрессии. Генеральное корреляционное соотношение. Линейная функция регрессии. Генеральный коэффициент корреляции. Метод наименьших квадратов. Линейное уравнение регрессии. Проверка гипотезы о линейности функции регрессии. Нелинейные функции регрессии. Множественная регрессия. Интерполяция и экстраполяция данных.

#### **4 Биомедицинские нанотехнологии**

- 4.1 Квантово-механическое описание физических свойств атомно-молекулярных объектов живых систем, самоорганизация на атомно-молекулярном уровне. Атомно-силовое взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Молекулы ДНК, РНК. Генетическая роль нуклеиновых кислот. Структура нуклеиновых кислот. Структура ДНК и РНК. Репликация ДНК. Синтез белков в клетке. Транскрипция ДНК и РНК, тРНК. Генетический код. Трансляция генетического кода. Структура и функции генов. Молекулярная структура хромосом. Мутации генов. Пенетрантность и экспрессивность.
- 4.2 Механизмы переноса электрического заряда и кинетические явления в атомно-молекулярных структурах живых систем. Туннельный эффект. Перенос носителей заряда в квантово-механических системах. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Размерное квантование при надбарьерном пролете электронов. Особенности движения частиц над потенциальной ямой.
- 4.3 Физические механизмы взаимодействия атомно-молекулярных структур живых систем с инородными, искусственными объектами. Электрическое взаимодействие. Магнитное взаимодействие. Атомно-силовое взаимодействие
- 4.4 Геночип: основные требования к геночипам. Принципы функционирования, технологии геночипов. Основы биоинформатики, САПР геночипов;
- 4.5 Геносенсоры и биосенсоры. Основные принципы функционирования, технологии, проектирование. Биомедицинская лаборатория на чипе: общие представления и перспективы развития на базе развития нанотехнологий. Биомедицинские нанотехнологии для генодиагностики, генотерапии, биоматериалов, искусственного замещения объектов живых систем на атомно-молекулярном уровне
- 4.6 Методы капсулирования лекарственных препаратов и их адресная доставка в ткани и органы. Методика подготовки микрокапсул для

адресной доставки препаратов. Методы увеличения биодоступности белков при их пероральном введении. Белковые ингибиторы протеиназ. Факторы, влияющие на морфологию и размер микрокапсул. Компоненты, используемые при разработке микрокапсул. Принцип действия мукоадгезивных микрокапсул. Процесс межфазного сшивания компонентов микрокапсул с помощью терефталойл хлорида. Ферментативная деградация микрокапсул. Способы, предотвращающие ацилирование аминокрупп при капсулировании. Преимущества липосомальной формы доставки лекарств. Наносистемы на основе амфифильных сополимеров. Методы включения белков различных молекулярных масс в наночастицы.

#### 4.7 Методы диагностики атомно-молекулярных структур живых систем.

Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Сканирующая атомно-силовая микроскопия.

Сканирующая ближнеполевая оптическая микроскопия. Зонды на основе оптического волокна. Метод контроля расстояния зонд-поверхность в ближнеполевом оптическом микроскопе. Конфигурация ближнеполевого оптического микроскопа.

### 5 *Лазерные и нанотехнологии в биомедицине*

5.1 Лазерные методы, применяемые в микроскопии медико-биологических структур. Микроскопия медико-биологических структур высокого разрешения. Лазерная конфокальная микроскопия.

5.2 Лазерные методы, применяемые при спектроскопии медико-биологических структур. Спектральные методы анализа состава медико-биологических объектов. Флуоресцентная микроскопия состава клеточных структур. Многочастотная спектроскопия кожной структуры.

5.3 Лазерные методы, применяемые при фазовом анализе медико-биологических структур. Лазерная интерферометрия медико-биологических структур. Спектральный анализ интерференционного сигнала.

5.4 Лазерный контроль микро- и нановибраций. Формирование лазерного интерференционного сигнала при микро- и нановибрациях. Расчет параметров микро- и нанодвижений по спектру интерференционного сигнала.

5.5 Лазерные технологии анализа и контроля сложных медико-биологических объектов. Лазерный контроль частоты и амплитуды биений сердца тест-объекта. Диагностика параметров движений глазного яблока по спектру интерференционного сигнала. Лазерная диагностика амплитудно-частотных характеристик барабанной перепонки.

### 6 *Моделирование автоматизированных биомедицинских систем*

6.1 Основные понятия проектирования автоматизированных биомедицинских систем. Развитие методов и средств проектирования электронных систем. Концептуальные основы САПР. Функциональная

структура САПР. Типовые компоненты САПР. Создание и развитие САПР. Этапы и подсистемы проектирования в САПР. Организация проектирования в САПР.

- 6.2 Моделирование объектов и процессов проектирования биомедицинских систем. Развитие методов и средств моделирования. Системный подход к моделированию. Теоретические методы моделирования. Статистические методы моделирования. Кибернетические методы моделирования. Переход к вычислительным моделям. Моделирование процессов оптимизации.
  - 6.3 Формализация задач и методов проектирования автоматизированных биомедицинских систем. Структуризация процессов проектирования. Постановка задач проектирования в САПР. Общая формулировка задач проектирования. Декомпозиция общей задачи. Приведение к задачам математического программирования. Методы линейного и нелинейного программирования. Методы динамического, геометрического и дискретного.
  - 6.4 Моделирование автоматизированных систем на микроконтроллерах. Автоматизированная электронная система на микроконтроллере. Особенности электронных систем. Миниатюризация размеров и процесс тестирования. Минимизация энергии потребления. Интерфейс пользователя и интерфейс сопряжения с объектом. Многозадачность. Программно-аппаратный дуализм. Микроконтроллеры PIC. Семейство PIC16.. Модельный ряд PIC16. Использование возможностей LabVIEW.
  - 6.5 Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения параметров зубцов PQRST. Реализация виртуального прибора ЭКГ для векторкардиографии
  - 6.6 Реализация виртуального прибора ЭКГ для определение параметров variability ритма сердца . Реализация виртуального прибора для регистрации реограммы.
  - 6.7 Реализация виртуального прибора для регистрация сфигмограммы. Реализация виртуального прибора для измерения скорости распространения пульсовой волны. Реализация виртуального прибора для измерения модуля упругости сосудов. Реализация виртуального прибора для регистрация тонов и шумов сердца.
  - 6.8 Измерительные генераторы в функциональной диагностике. Реализация виртуального прибора для регистрация энцефалограммы. Виртуальный прибор электростимулятора для генерации импульсов миографа. Виртуальный прибор генератора для фоностимуляции.
- 7 *Современные проблемы диагностических медицинских технологий***
- 7.1 Атомная медицина. Лучевая терапия. Лучевая диагностика. Позитронно-эмиссионная томография. Лучевая терапия нейтронами. Бор-нейтрон-захватная терапия
  - 7.2 Медицина критических состояний. Системы мониторинга в медицине критических состояний. Методы и средства анестезиологического

- мониторинга. Мониторинг показателей сердечно-сосудистой системы. Контроль параметров сердечного ритма. Мониторинг вегетативных показателей регуляции ритма сердца.
- 7.3 . Мониторинг параметров давления крови. Прямые инвазивные методы измерения давления крови. Косвенные методы измерения давления крови. Аскультативный метод. Осциллометрический метод.
- 7.4 . Диагностика состояния организма по параметрам пульсовой волны. Физические основы системы кровообращения. Уравнение Ньютона для вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Физические вопросы гемодинамики: Модель кровообращения. Пульсовая волна. Определение скорости кровотока: Ультразвуковой метод (на эффекте Доплера). Электромагнитный метод (на эффекте Холла).
- 7.5 . Мониторинг сердечного выброса. Инвазивное измерение сердечного выброса: газовый метод, метод разведения индикатора, метод термодилуции. Неинвазивное определение величины сердечного выброса: ультразвуковой доплеровский метод, импедансная плетизмография, фотоплетизмография.
- 7.6 . Нейромышечный мониторинг. Проблема контроля нейромышечной функции во время наркоза. Инструментальная оценка уровня НМБ. Методики мониторинга уровня НМБ.
- 7.7 . Респираторный мониторинг. Принципы мониторинга функции внешнего дыхания. Диагностические показатели газообмена и газов крови. Мониторинг степени насыщения гемоглобина крови кислородом: спектрофотометрическая оксиметрия, пульсовая оксиметрия. Мониторинг напряжения кислорода в крови. Мониторинг дыхательных газов.
- 7.8 Электронный парамагнитный резонанс и его применение в медико-биологических исследованиях. . Электронный парамагнитный резонанс. . Поглощение электромагнитных волн. . ЭПР спектрометр.
- 7.9 Электрокардиография высокого разрешения. Биоэлектрические основы электрокардиографии. Мембранная теория возникновения биопотенциалов. Основные функции сердца. Функции автоматизма, проводимости, возбудимости, рефрактерности. Формирование нормальной ЭКГ. Форма зубцов P, Q, R, S, T. Электрокардиографическая аппаратура. Электрокардиографические отведения. Анализ электрокардиограммы. ЭКГ при различных нарушениях функционирования сердца. ЭКГ при нарушениях сердечного ритма, функции проводимости, ишемической болезни сердца. Принцип суточного мониторирования ЭКГ. Холтеровский монитор ЭКГ. Методы электрокардиографии высокого разрешения. Спектральный анализ. Спектрально-временное картирование.
- 7.10 Автоматизированные комплексы высокого разрешения. Ультразвуковые доплеровские системы для медицины. Измерения скорости потока крови в аорте с помощью ультразвукового датчика. Импульсные доплеровские системы. Мультисканирующий Допплер.



## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.**

Основной формой подготовки к экзамену является самостоятельная работа аспирантов, научные консультации, предлагаемые в процессе изучения отдельных вопросов биофизики, а также самостоятельное изучение нормативных документов и рекомендованной литературы

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

### **К программе-минимуму**

#### **Основная литература:**

1. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1988.
2. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. М.: Высшая школа, 2000.
3. Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия: В 3 т. М.: Мир, 1984.
4. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., 1977.
5. Ивков В.Г., Берестовокий Г.Н. Липидный бислой биологических мембран. М., 1982.
6. Конев С.В., Волотовский И.Д. Фотобиология. Минск, 1979.
7. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт. М., 1980.
8. Ходжкин А. Нервный импульс. М., 1965.
9. Давид Р. Введение в биофизику. М.: Мир, 1982.

#### **Дополнительная литература:**

1. Биофизика / П.Г. Костюк и др. Киев: Высшая школа, 1988.
2. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. М., 1989.
3. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. М., 1984.
4. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М. Белок — машина. М.: Янус, 1999.
5. Ладик Н. Квантовая биохимия для химиков и биологов. М., 1975.
6. Катц Б. Нерв, мышца и синапс. М., 1968.

### **К дополнительной программе**

#### **а) основная литература:**

1. Оптическая биомедицинская диагностика: учеб. пособие : в 2 т. : пер. с англ. / под ред. В. В. Тучина. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. Т. 1. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – Т.1. 559 с. Т.2. 364 с. (в НБ СГУ 55 экз.) ✓
2. Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ: Москва: Техносфера, 2009: 599с.: цв. ил, рис. (в НБ СГУ 12 экз) ✓

3. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008: 181с.: (в НБ СГУ 3 экз) ✓
4. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пинчук Л.Г., Зинкевич Е.П., Гридина С.Б.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011.— 364 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14362>.— Книга находится в базовой версии ЭБС «IPRbooks». ✓
5. Молекулярная и клеточная биофизика Molecular and Cellular Biophysics / М. Б. Джаксон ; пер. с англ. под ред. А. П. Савицкого, А.И. Журавлева. - М.: Мир, 2009; М.: БИНОМ, 2009. - 551 с. (в НБ СГУ 30 экз.) ✓
6. Е.Д. Баран LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы [Электронный ресурс]. - Москва: ДМК Пресс, 2009. - 448 с. ЭБС "АЙБУКС" <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-94074-494-8> ✓
7. П. А. Бутырина Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7. [Электронный ресурс] - Москва: ДМК Пресс, 2010. - 265 с. ЭБС "АЙБУКС" ✓

б) дополнительная литература:

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика – М.: Дрофа, 1999. (2 экз) ✓
2. Нанотехнологии: учеб. пособие / Ч. П. Пул, Ф. Дж. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2010. - 375 с. (в НБ СГУ 5 экз.) , 2007. - 375 с. **Гриф** (в НБ СГУ 5 экз.) 2-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2005. - 334 с. **Гриф** (в НБ СГУ 13 экз.) ✓
3. Д.А.Усанов Ближнеполевая сканирующая СВЧ-микроскопия и области её применения. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. - 100 с. (в НБ СГУ 10 экз.) ✓
4. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике. М.: Изд-во «Техносфера», 2006. – 152 с. **Гриф** (в НБ СГУ 5 экз.) ✓
5. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике: [монография]. – М.: Изд-во «Техносфера», 2005. – 152 с. (в НБ СГУ 15 экз.) ✓
6. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / под ред. А. С. Сигова. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 146 с. (в НБ СГУ 70 экз.) ✓
7. Рыков С. А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур: учеб. пособ. для студентов вузов. - СПб. : Наука, 2001. – 52 с. (в НБ СГУ 12 экз.) ✓

8. Телевизионная измерительная микроскопия / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1996. – 128 с. (в НБ СГУ 2 экз.) ✓
9. Компьютерная микроскопия / В. Г. Пантелеев, О. В. Егорова, Е. И. Клыкова. - М.: Техносфера, 2005. – 303 с. (в НБ СГУ 5 экз.) ✓
- 10.Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. - 343 с. ЭБС "IPRBOOKS". ✓
- 11.Угрюмов Е. Цифровая схемотехника, 3 изд. [Электронный ресурс]. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. - 816 с. ЭБС "АЙБУКС". URL: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9775-0162-0> ✓
- 12.Топильский, Виктор Борисович. Схемотехника измерительных устройств. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 231 с. (20 экз.) ✓
- 13.Каплан Д., К. Уайт Практические основы аналоговых и цифровых схем–М.:Техносфера, 2006. – 174с.(7 экз.) ✓
- 14.Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 448 с. (в НБ СГУ 50 экз.) ✓
- 15.Дж. Трэвис, Дж. Кринг LabVIEW для всех. 4-е изд., доп. и перераб. Москва: ДМК Пресс, 2011. 903 с. (7 экз) ✓
- 16.Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера: практ. рук. 3-е изд. Москва: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. 269 с. (12 экз) ✓
- 17.Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. [Электронный ресурс]. - Москва: ДМК Пресс, 2010. - 400 с. ЭБС "АЙБУКС" <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=5-94074-346-3>  
<http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=5-94074-274-2> ✓
18. Вознесенский А.С. Электроника и измерительная техника [Электронный ресурс]. - Москва: "Горная книга", 2008. ЭБС "Лань" <http://e.lanbook.com/view/book/3472> ✓

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
5. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

6. **БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ** <http://www.krugosvet.ru/articles/33/1003388/1003388a1.htm>
7. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Усанов А.Д., Рытик А.П. Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей – Учебно-методическое пособие, 2007. 200 с. – <http://medphys.sgu.ru/education/books.html> (дата обращения: 17.10.2014)
8. Современное ультразвуковое диагностическое оборудование. Сайт ЗАО «Спектрмед». [www.spectromed.com](http://www.spectromed.com)
9. Тепловизионная биомедицинская диагностика. Скрипаль А.В., Сагайдачный А.А., Усанов Д.А. Изд-во Сарат. ун та. 2009. 118 с. [http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/07/04/teploviz.\\_diagostika\\_ves\\_tekst\\_2009\\_13.pdf](http://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2014/07/04/teploviz._diagostika_ves_tekst_2009_13.pdf)
10. Курс «Интерактивная биология»: <http://www.interactive-biology.com>
11. Исследования динамики артериального давления. Суточные мониторы артериального давления BPLab. [www.bplab.ru](http://www.bplab.ru)
12. Современные методы регистрации ЭЭГ. Сайт медицинского центра «ПланетаМед». [www.veeg.ru](http://www.veeg.ru)

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

Учебная аудитория, оборудованная для сдачи устного экзамена. Специального оборудования не предусмотрено.

## **8. Особенности подготовки к кандидатскому экзамену для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

*- для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для подготовки к экзамену при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

вопросы, а также инструкция о порядке подготовки к экзамену оформляются увеличенным шрифтом

(размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все сдача кандидатского экзамена по желанию аспирантов может проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 06.06.01 «Биологические науки», направленность «Биофизика».

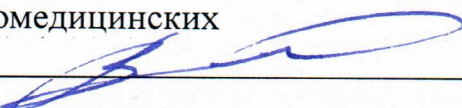
Автор программы:

Зав. кафедрой медицинской физики,  
профессор

  
\_\_\_\_\_ А.В. Скрипаль

Программа одобрена на заседании ученого совета факультета nano- и биомедицинских технологий Саратовского государственного университета (протокол № 2 от 18 июня 2015 г.).

Декан факультета nano- и биомедицинских  
технологий, профессор

  
\_\_\_\_\_ С.Б. Вениг

Фонд оценочных средств текущего контроля  
и промежуточной аттестации

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).	<p><b>Знать:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. современные способы использования информационно-коммуникационных технологий для получения информации в области биофизики. З (ОПК-1) - I;</li> <li>2. принципы построения научного исследования в области биофизики, требования к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании. З (ОПК-1) – II.</li> </ol>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ выбирать и применять экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования объектов. У (ОПК-1) – I;</li> <li>▪ обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам. У (ОПК-1) – II.</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований в области биофизики. В (ОПК-1) - I;</li> <li>2. свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции. В (ОПК-1) - II.</li> </ol>
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные научные методы математического и статистического анализа для решения поставленных задач. З (УК-1) – I;</li> <li>• основные методы научно-исследовательской деятельности в области биофизики. З (УК-1) – II.</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую</li> </ul>

междисциплинарных областях (УК-1).	<p>поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. У (УК-1) – I;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи исходя из наличных ресурсов и ограничений. У (УК-1) – II.</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения поставленных задач. В (УК-1) – I;</li> <li>навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений. В (УК-1) – II.</li> </ul>

### Показатели оценивания

Шкала оценивания			
2 (неудовлетворительно)	3 (удовлетворительно)	4 (хорошо)	5 (отлично)
<p>Фрагментарное <b>знание и применение навыков</b> поиска и критического анализа информации по тематике биофизики; проведения экспериментальных исследований, а также обработки, анализа полученной информации; математического и компьютерного моделирования взаимодействия излучения живыми системами разного уровня организации; получения данных о структуре и других характеристиках</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое <b>знание и применение навыков</b> поиска и критического анализа информации по тематике биофизики; проведения экспериментальных исследований, а также обработки, анализа полученной информации; математического и компьютерного моделирования взаимодействия излучения живыми системами разного уровня организации; получения данных о</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы <b>знание и применение навыков</b> поиска и критического анализа информации по тематике биофизики; проведения экспериментальных исследований, а также обработки, анализа полученной информации; математического и компьютерного моделирования взаимодействия излучения живыми системами разного уровня организации; получения данных о</p>	<p>Успешное и систематическое <b>знание и применение навыков</b> поиска и критического анализа информации по тематике биофизики; проведения экспериментальных исследований, а также обработки, анализа полученной информации; математического и компьютерного моделирования взаимодействия излучения живыми системами разного уровня организации; получения данных о структуре и других</p>

<p>исследуемого биологического объекта при помощи оптических систем.</p> <p>Фрагментарное использование <b>умений:</b> анализа поставленной задачи для нахождения оптимального пути ее решения; проводить экспериментальные и модельные исследования в области биофизики; проводить обработку и анализировать полученные результаты.</p> <p>Фрагментарное <b>владение:</b> принципами и методами биомедицинской оптической диагностики.</p>	<p>структуре и других характеристиках исследуемого биологического объекта при помощи оптических систем.</p> <p>В целом успешное, но не систематическое использование <b>умений:</b> анализа поставленной задачи для нахождения оптимального пути ее решения; проводить экспериментальные и модельные исследования в области биофизики; проводить обработку и анализировать полученные результаты.</p> <p>В целом успешное, но не систематическое <b>владение:</b> принципами и методами биомедицинской оптической диагностики.</p>	<p>структуре и других характеристиках исследуемого биологического объекта при помощи оптических систем.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование <b>умений:</b> анализа поставленной задачи для нахождения оптимального пути ее решения; проводить экспериментальные и модельные исследования в области биофизики; проводить обработку и анализировать полученные результаты.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы <b>владение:</b> принципами и методами биомедицинской оптической диагностики.</p>	<p>характеристиках исследуемого биологического объекта при помощи оптических систем.</p> <p>Успешное и систематическое использование <b>умений:</b> анализа поставленной задачи для нахождения оптимального пути ее решения; проводить экспериментальные и модельные исследования в области биофизики; проводить обработку и анализировать полученные результаты.</p> <p>Успешное и систематическое <b>владение:</b> принципами и методами биомедицинской оптической диагностики.</p>
---	--	--	---

### Дополнительные вопросы к экзамену

1. Системные аспекты диагностических исследований и лечебных воздействий.
2. Биомедицинская система как объект диагностических исследований и лечебных воздействий.
3. Органы и системы органов. Основные понятия о нервной и гуморальной регуляции функций организма.



4. Основные свойства возбудимых тканей. Потенциал покоя и потенциал действия.
5. Общий план строения нервной системы. Строение спинного мозга. Рефлекторная и проводниковая функции спинного мозга. Строение и функции вегетативной нервной системы.
6. Строение головного мозга. Черепно-мозговые нервы. Функции заднего, среднего, промежуточного мозга, мозжечка, коры больших полушарий.
7. Гигиенические и технологические требования, предъявляемые к материалам медицинского назначения.
8. Радиоактивность. Радиоизотопы.
9. Единицы дозы излучения и единицы радиоактивности
10. Закон и типы радиоактивного распада ( $\alpha$ - и  $\beta$ -распад)
11. Аппаратура для исследования механических свойств биообъектов: спирометры, сфигмография, плетизмография.
12. Акустические характеристики биообъекта: аудиометрические устройства, фонокардиографы, ультразвуковые доплеровские приборы.
13. Методы томографии. Клинический аспект применения, особенности и недостатки.
14. Диагностика состояния организма по параметрам пульсовой волны. Физические основы системы кровообращения. Уравнение Ньютона для вязкой жидкости. Формула Пуазейля.
15. Кинетика действия ферментов.
16. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Привести примеры.
17. Проблемы безопасности и биосовместимости материалов
18. Измерения при диагностических исследованиях и контроле лечебных воздействий на биомедицинском объекте.
19. Методы диагностических исследований. Классификация и общая характеристика.
20. Диагностические исследования на основе механических проявлений жизнедеятельности
21. Диагностические исследования на основе электрических свойств органов и биотканей
22. Диагностические исследования на основе биоэлектрических потенциалов.
23. Методы регистрации магнитных полей, излучаемых биообъектом.
24. Оптические методы исследования. Исследование процессов теплопродукции и теплообмена.
25. Методы исследования параметров системы дыхания и кровообращения.
26. Функциональные методы исследования.
27. Треугольник Эйтховена. Устройство ЭКГ аппарата, процедура диагностики.
28. Измеряемые параметры при импедансометрии
29. Методика распознавания и измерения параметров фотоплетизмограммы

30.Метод регистрации Электроэнцефалограммы. Метод вызванных потенциалов

31.Методика распознавания и измерения параметров миограммы

**Критерии оценки:**

«отлично»	Правильный и полный ответ на основной и дополнительный вопросы экзамена. обоснованно ответившим на вопросы для промежуточной аттестации. Успешно освоил знания по компетенциям ОПК-1; УК-1.
«хорошо»	Правильные, но не полные ответы на основной и дополнительные вопросы экзамена. Знания, умения, навыки по компетенциям ОПК-1; УК-1 приобрел в объеме, достаточном для подготовки научно-квалификационной работы.
«удовлетворительно»	Правильный ответ на один из вопросов экзамена. Знания, умения, навыки по компетенциям ОПК-1; УК-1 приобрел не в полном объеме.
«неудовлетворительно»	Ни на один из вопросов экзамена не дано правильного ответа. Отсутствуют знания по компетенциям ОПК-1; УК-1.