

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**"Казанский (Приволжский) федеральный университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –  
проректор по научной деятельности

\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский

« 2 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**Программа вступительного испытания по специальности**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации

**Тип образовательной программы:** программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Научная специальность:** 1.5.2 Биофизика

**Форма обучения:** очная

### **Общие указания**

Вступительные испытания по научной специальности 1.5.2 Биофизика охватывают стандартные разделы университетских курсов по физике и биофизике, в том числе молекулярной биологии, квантовой биологии и синтетической биологии, биоинформатики. Также проверяются базовые компетенции в использовании математического аппарата. Вопросы и структура экзаменационных билетов приведены ниже.

### **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

### **Критерии оценивания**

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

#### **Отлично (80-100 баллов)**

Поступающий обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий физики в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

#### **Хорошо (60-79 баллов)**

Поступающий обнаружил полное знание вопросов физики, успешно выполнил предусмотренные тестовые задания, показал систематический характер знаний по физике и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

#### **Удовлетворительно (40-59 баллов)**

Поступающий обнаружил знание основ физики в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением тестовых заданий, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

#### **Неудовлетворительно (менее 40 баллов)**

Поступающий обнаружил значительные пробелы в знаниях основ физики, допустил принципиальные ошибки в выполнении тестовых заданий и не способен продолжить обучение по физике.

## **Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.5.2 -Биофизика**

### **Теоретическая биофизика**

Общая характеристика реакций в биологических системах. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математическое моделирование, как метод биофизики. Принципы построения математических моделей биологических систем. Стационарные состояния биологических систем. Фармакокинетическая модель. Модель сердечно-сосудистой системы. Динамические свойства биологических процессов. Обратная связь, принцип и виды. Колебательные процессы в биологии. Предельные циклы. Иерархия времен в биологических системах. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах. Кинетика ферментативных процессов.

### **Молекулярная биофизика**

Пространственная организация биополимеров. Виды взаимодействий в биологических молекулах. Конформационная энергия и пространственная организация биополимеров. Уровни структурной организации биополимеров. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биологических структурах. Фолдинг белка. Особенности пространственной организации белков. Механизмы ферментативного катализа. Особенности пространственной организации и физико-химические свойства ДНК и хроматина. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ. Репликация и репарация. Транскрипция. Особенности пространственной организации и физико-химические свойства РНК. Механизм синтеза белка.

### **Термодинамика**

Термодинамика систем вблизи равновесия (линейная термодинамика). Первое и второе начала термодинамики. Второе начало термодинамики в открытых системах. Преобразование энергии в живой клетке. Свободная энергия и электрохимический потенциал. Энергосопрягающие системы клетки. Термодинамика стационарного состояния, пути преобразования энергии в живой клетке. Энтропия, информация и биологическая упорядоченность. Квантовая биофизика. Электронные переходы в биологически важных молекулах. Поглощение света биосистемами. Люминесценция биосистем. Свободные радикалы, методы изучения свободных радикалов. Фотосенсибилизированные фотобиологические процессы.

### **Биомембраны**

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Избирательная проницаемость биомембран. Жидкостно-мозаичная модель. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Мембранные белки. Латеральная диффузия липидов и белков. Измерение подвижности липидных молекул в мембранах. Фазовые переходы в мембранных системах. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные липидные мембраны. Липосомы. Асимметрия мембран.

### **Транспорт веществ**

Пассивный и активный транспорт веществ через мембранные структуры клетки. Диффузия незаряженных молекул. Электродиффузия ионов. Кинетика активного транспорта. Сопряженный транспорт ионов. Кинетика переноса веществ с помощью переносчиков. Сопряже-

ние транспорта сахаров и аминокислот с транспортом ионов натрия. Трансэпителиальный перенос воды.

### **Электричество и магнетизм**

Мембранный потенциал. Электрогенные помпы. Потенциал действия. Ионные токи через мембрану. Распространение потенциала действия по нервному волокну. Внешние электрические поля тканей и органов. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца. Теория отведений Эйнтховена, генез электрокардиограмм. Электроэнцефалография. Электрические свойства тканей организма. Закон Ома для электролитов, подвижность ионов. Природа емкостных свойств тканей организма. Импеданс тканей, эквивалентные схемы.

### **Кровообращение**

Биофизика системы кровообращения. Реологические свойства крови. Основные законы гемодинамики. Биофизические функции элементов сердечно - сосудистой системы. Кинетика кровотока в эластичных сосудах. Пульсовая волна. Динамика движения крови в капиллярах. Фильтрационно-абсорбционные процессы. Особенности кровотока при локальном сужении сосудов.

### **Биомеханика**

Биофизика мышечного сокращения. Структура поперечно - полосатой мышцы. Модель скользящих нитей. Биомеханика мышцы. Электромеханическое сокращение в мышцах.

### **Рецепция**

Сенсорная рецепция. Фоторецепция. Хеморецепция. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Зрение. Анатомия глаза. Строение глаза как оптической системы.

Слух. Методы изучения слуха. Строение уха и механизм восприятия звука. Строение органа речи. Акустические волны.

### **Методы биофизики**

Оптическая спектроскопия. Абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях. Спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот. Флуоресцентная спектроскопия. Резонансный перенос энергии (FRET). Круговой дихроизм. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов. Рентгеноструктурный анализ и кристаллография биомолекул. Основные принципы ЯМР-спектроскопии. Применение спектроскопии ЯМР в структурно-динамических исследованиях биомолекул. Электронная микроскопия, криоэлектронная микроскопия и криоэлектронная томография. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Применение спектроскопии ЭПР при исследовании биологических объектов. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, гамма-резонансная спектроскопия. Масс-спектрометрия. Методы ионизации биологических макромолекул. Лазерная десорбция-ионизация из матрицы (MALDI). Ультразвук и применение ультразвука в биомедицине. Позитронно-эмиссионная томография. Действия ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц биологическими объектами.

**Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы  
вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.5.2 Биофизика:**

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие / Д.В. Сивухин. — 4-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 1: Механика — 2010. — 560 с. — ISBN 5-9221-0225-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2313>
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учебное пособие / Д.В. Сивухин. — 5-е изд., стер. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 3: Электричество — 2009. — 656 с. — ISBN 978-5-9221-0673-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2317>
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Механика. Молекулярная физика — 2019. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-3988-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113944>
4. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие — 2018. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-0631-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98246>
5. Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0632-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106893>
6. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учеб. пособие: Электрон. дан.: Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3898>
7. Спиринов, А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Спиринов. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2019. — 594 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110208>
8. Плутахин Г. А., Коцаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4048](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4048)
9. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. Уилсон, Д. Уолкер; под ред. Левашова А.В., Тишкова В.И.; пер. с англ. Мосоловой Т.П., Бозелек-Решетняк Е.Ю. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 855 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66244>
10. Рубин, А. Б. Биофизика: учебник: в 2 томах / А. Б. Рубин. — Москва: МГУ имени М.В.Ломоносова, [б. г.]. — Том 1: Теоретическая биофизика — 2004. — 448 с. — ISBN 5-211-06109-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10122>