

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор ДонГУ

В.И. Сторожев

«23»

06

2023г.

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена
по специальности 1.5.2 – Биофизика**

Донецк – 2023

Программа вступительных экзаменов для поступающих в аспирантуру по направлению подготовки **06.06.01 Биологические науки** по специальности **1.5.2. Биофизика**

Разработчики программы:

Беспалова Светлана Владимировна, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой биофизики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет»

Горецкий Олег Степанович, доктор биол. наук, профессор, декан биологического факультета, профессор кафедры биофизики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет»

Рецензенты:

Рева Марина Викторовна, кандидат биол. наук, доцент, доцент кафедры зоологии и экологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет»

Гусев Александр Анатольевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент, старший научный сотрудник отдела теории динамических свойств сложных систем, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донецкий физико-технический институт имени А.А. Галкина»

Программа рассмотрена на заседании кафедры биофизики
протокол № 12 от 27.04.2023 г.

Зав. кафедрой биофизики



С.В. Беспалова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая программа определяет содержание вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 1.5.2. Биофизика.

Цель экзамена: определить уровень научной и профессиональной компетентности в области биофизики и готовности к проведению научно-исследовательской работы.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, каждый из которых состоит из трёх вопросов. Вопросы охватывают все основные направления современной биофизики и смежных наук, в которых должен ориентироваться поступающий в аспирантуру.

На экзамене поступающий в аспирантуру должен:

- показать уровень научной и методической подготовки;
- знать теоретические основы биофизики; структурные и функциональные особенности биологических систем с точки зрения биофизики; современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в сфере биофизики и смежных наук; экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;
- показать умения применять полученные знания в области биофизики и смежных наук для решения конкретных научно-практических, производственных, педагогических, информационно-поисковых, методических и других задач.

При ответе на вопросы поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать глубокие знания по предмету. Ответ оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в аспирантуру
по специальности 1.5.2. Биофизика

1. Введение в биофизику

Предмет и основные задачи биофизики. Взаимосвязь физических и биологических процессов в живых организмах. История развития и современные направления развития биофизики. Использование результатов биофизических исследований на практике.

2. Молекулярная биофизика

Объекты исследования в молекулярной биофизике. Особенности химического состава живой материи. Основные типы биомолекул.

Вода и водные растворы. Аномальные физические свойства воды. Структурные модели воды. Водные растворы электролитов. Гидратация ионов. Биологическая роль ионов.

Физические свойства макромолекул. Межмолекулярные взаимодействия. Силы, стабилизирующие строение биологических макромолекул. Кулоновское взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь и ее основные свойства. Гидрофобные взаимодействия. Метод атом-атомных потенциалов. Методы изучения межмолекулярных взаимодействий. Эмпирические потенциалы межчастичного взаимодействия. Основные свойства макромолекул: молекулярная масса, цепочечное строение, гибкость. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Конформации макромолекул: гауссовы клубки, персистентные цепи, спиральные конфигурации; связь между параметрами реальных и модельных цепей. Конформационные превращения: конформационная статистическая сумма; теории кооперативных переходов, ширина температурного интервала переходов; влияние ионизации макромолекул, набухание макромолекулы; макроионы, уравнение состояния в случае ионизации макромолекул.

Физика белка. Химическая (первичная) структура белковой молекулы. Аминокислоты. Проблемы физики. белка. Стабилизация вторичной структуры белка, роль водного окружения. Переходы спираль-клубок в полипептидах и глобула-клубок в белках. Проблема связи первичной структуры белка с его пространственной структурой.

Физика нуклеиновых кислот. Химическая структура нуклеиновых кислот. Типы спиральной структуры ДНК. Структура разных типов РНК. Стабильность двойной спирали ДНК, роль взаимодействия с водой и ионами. Плавление двойной спирали ДНК. Эксперимент и теория. Кинетика расплетания ДНК. Взаимодействие ДНК с биологически активными веществами.

3. Биофизика клетки

Физика мембран. Мембранная ультраструктура клетки. Химический состав биомембран. Модели структурной организации мембран. Модели структурной организации мембран. Физико-химические свойства липидов и

мембранных белков, роль воды в организации структуры биологических мембран. Пассивный мембранный транспорт. Равновесие Доннана. Природа мембранных потенциалов. Формула Ходжкина-Катса. Активный мембранный транспорт.

Физические аспекты нервной проводимости. Природа животного электричества. Аксон и нервный импульс. Распространение и генерация нервного импульса. Ионные каналы. Синаптическая передача импульса.

Механохимический процесс. Термодинамическое описание механохимического процесса. Структура мышечных белков. Физико-химия мышечного сокращения. Теоретические модели процесса. Механо-химические системы. Биомеханика и бионика.

Основные понятия биоэнергетики. Энергетика окислительно-восстановительных реакций. Структура и свойства митохондрий. Мембранное окислительное фосфорилирование в митохондриях. Хемииосмотическая теория Митчела. Концепция электронно-конформационных взаимодействий.

4. Радиационная биофизика

Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Виды ионизирующих излучений. Физический эффект при взаимодействии ионизирующей радиации с веществом. Единицы доз ионизирующих излучений и методы дозиметрии. Естественная и искусственная радиоактивность.

Свободные радикалы, физические свойства, методы определения, свободно-радикальные реакции. Радиолиз воды. Интермедиаты кислорода. Гидратированный электрон. Ячейка Франка-Рабиновича. Первичные процессы в облученном организме. Выходы радиационно-химических реакций, миграция энергии, образование перекисей, цепные реакции, повреждение мембран.

Действие ионизирующей радиации на биологические объекты. Прямое действие ионизирующей радиации на биологические объекты. Теория "мишени". Действие ионизирующей радиации на биомолекулы (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды). Действие ионизирующей радиации на организм.

5. Влияние электромагнитных излучений на биосистемы

Влияние электромагнитных полей на биообъекты. Влияние постоянных и переменных электрических и магнитных полей на биологические объекты разного уровня организации. Механизмы действия переменных электрических и магнитных полей и их экспериментальное моделирование. Магниторецепция у животных. Биоминерализация железа. Действие сантиметровых и миллиметровых волн на биообъекты. Физические механизмы влияния электромагнитного поля на биосистемы на биомолекулярном уровне.

Фотобиологические процессы. Свет и живое вещество. Фотосинтез - энергетическая основа жизни. Две фотохимические системы. Механизм фотосинтеза. Зрение. Молекулярный механизм рецепции света.

5. Теоретическая биофизика (биофизика сложных систем)

Основы биокинетики. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Химические и физические аспекты действия ферментов. Модель электронно-конформационных взаимодействий. Кооперативные свойства ферментов. Явление аллостеризма. Методы построения кинетических моделей. Методы упрощения кинетических моделей. Теорема Тихонова.

Динамические модели биологических систем. Модель роста популяции. Математические модели в микробиологии. Модели Вольтерра и Лотки. Обобщение модели "хищник-жертва". Биологические триггеры. Переключение триггерной системы. Генетический триггер. Модель Жакоба и Моно.

ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Акопян В. Б. Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Акопян В.Б., Ершов Ю. А., Щукин С. И.; под ред. С. И. Щукина — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 223 с.
2. Биофизика [Текст]. Т. 59, № 5 / Рос. акад. наук, отд-ние биол. наук ; гл. ред. Е. Е. Фесенко. — Москва, 2014.
3. Беспалова, С. В. Математические модели биологических процессов : Учеб.-метод. пособие для студентов биофиз. спец. ун-та / С.В. Беспалова, А. А. Гусев ; Донец. гос. ун-т. - Донецк : ДонГУ, 2000. - 150 с.
4. Беспалова, С. В. Биофизика макромолекул [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Беспалова, В. О. Корниенко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2017. - Электронные текстовые данные (1 файл).
5. Биофизика первичных фотосинтетических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет" ; сост.: С. В. Беспалова [и др.]. - Донецк : ДонНУ, 2017. - Электронные текстовые данные (1 файл).
6. Беспалова, С. В. Биофизика мембранных процессов. Транспорт веществ через биологическую мембрану [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / С. В. Беспалова, В. О. Корниенко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк: ДонНУ, 2017. - Электронные текстовые данные (1 файл).
7. Беспалова, С. В. Электрические явления в биомембранах : учебное пособие / С.В. Беспалова, В.О. Корниенко ; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Биологический факультет, Кафедра биофизики. - 2-е изд. - Донецк : [ДонНУ], 2019. - 87 с.
8. Бордовский Г.А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Бордовский Г. А., Кондратьев А. С., Чоудери А. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 319 с.
9. Васильев А. А. Медицинская и биологическая физика. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Васильев А. А. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 313 с.
10. Васильев А. А. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания : учебное пособие для вузов / Васильев А. А. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 189 с.
11. Волькенштейн М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898
12. Кудряшов Ю. Б., Рубин А. Б. Радиационная биофизика (сверхнизкочастотные электромагнитные излучения): учебник / Ю.Б. Кудряшов, А. Б. Рубин — М.: Физматлит, 2014. — 220 с.

13. Кузнецов А.А. Биофизические основы живых систем : учеб. пособие / А. А. Кузнецов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 112 с.

14. Погосян С.И. Проблемы экологической биофизики. Серия Междисциплинарные вопросы биологии, математики, физики, химии и медицины / С. И. Погосян, И. В. Конюхов, А. Б. Рубин – М.-Ижевск: Издательство «ИКИ», 2017. – 270 с.

15. Ризниченко Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Ризниченко Г.Ю., Рубин А. Б. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 253 с.

16. Рубин А.Б. Биофизика: в 3-х томах. Том 1. Теоретическая биофизика / А. Б. Рубин. – Москва: Институт компьютерных исследований; Ижевск, 2013. – 472 с.

17. Рубин А. Б. Биофизика: в 3-х томах. Том 2. Биофизика клеточных процессов. Биофизика мембранных процессов / А. Б. Рубин. – Москва: Институт компьютерных исследований; Ижевск, 2013. – 384 с.

18. Рубин А. Б. Биофизика: в 3-х томах. Том 3. Биофизика клеточных процессов. Механизмы первичных фотобиологических процессов / А. Б. Рубин. – Москва: Институт компьютерных исследований; Ижевск, 2013. – 480 с.

19. Рубин А. Б. Биофизика: учебник / А.Б. Рубин. – Москва: КноРус, 2017. – 190 с.

20. Рубин, А. Б. Биофизика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 020400 (020200) "Биология" и специальности 020207 "Биофизика" / А. Б. Рубин. - Москва: Институт компьютерных исследований ; Ижевск, 2013. Рубин, А. Б. Биофизика: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности "Биофизика" / А. Б. Рубин; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - Москва: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2004.

21. Скулачев В.П., Богачев А. В., Каспаринский Ф. О. «Мембранная биоэнергетика», изд. МГУ, Москва, 2010. 368 с.

22. Тучин В. В. Оптика биологических тканей: методы рассеяния света в медицинской диагностике // В. В. Тучин – Физматлит, 2012 г. – 811 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов В.Ф., Смирнова Е.Ю., Шевченко Е.И.. Липидные мембраны при фазовых превращениях. – М.: Наука, 1992. – 125 с.

2. Базыкин А.Д. Биофизика взаимодействующих популяций. – М.: Наука, 1985. – 165 с.

3. Биофизика [Текст]. Т. 58, № 1 / Рос. акад. наук, отд-ние биол. наук ; гл. ред. Е. Е. Фесенко. - Москва, 2013. 6 экз.

4. Биофизика [Текст]. Т. 59, № 3,4,5 / Рос. акад. наук, отд-ние биол. наук ; гл. ред. Е. Е. Фесенко. - Москва, 2014. 3 экз.

5. Биофизика сенсорных систем [Электронный ресурс]: конспект лекций / сост. О. С. Горецкий ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. - Донецк : ДонНУ, 2017. - Электронные данные (1 файл).
6. Бондина, Н. Н. Физические поля в биологических объектах: Учеб. пособие / Н. Н. Бондина, И. П. Хавина. - Харьков : ХПИ, 2001. - 186 с.
7. Блюменфельд Л.Д. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 160 с.
8. Варфоломеев С.Д, Гуревич К.Г. Биокинетика. – М.: Гранд, 1999. – 692 с.
9. Вольтерра, В. Математическая теория борьбы за существование / В. Вольтерра; Пер. с фр. О. Н. Бондаренко ; Под ред. Ю. М. Свирижева. - М. : Ин-т компьютер. исслед. ; Ижевск, 2004. - 288 с.
10. Геннис Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функции. – М.: Мир, 1997. – 624 с.
11. Горецкий О.С., Беспалова С.В., Нецветов М.В. Методическое пособие к лабораторным работам по биофизике (для студентов биологических специальностей) / Учебное издание. – Донецк: ДонНУ, 2007. – 47 с.
12. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика [Текст]: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 012200 Биофизика / Ю. Б. Кудряшов, А. Б. Рубин; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ. – 2014. – 215 с.
13. Лекции по биофизике: учебное пособие. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2009. – 200 с.
14. Максимович В.А., Беспалова С.В. Моделирование в биомедфизике. Донецк: Изд-во Донецкого национального ун-та, 2002. – 202 с.
15. Максимович В.А., Мухин В.В., Беспалова С.В. Медицинская психофизика. Донецк: Изд-во Донецкого национального ун-та, 2001. – 152 с.
16. Максимович В.А., Солдак И.И., Беспалова С.В. Медицинская биоэнергетика. Донецк: Изд-во Донецкого национального ун-та, 2003. – 229 с.
17. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / А. А. Иванов [и др.]. – Минск: БГУИР, 2014. – 330 с.
18. Методы изучения физических процессов, лежащих в основе биологических явлений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет" ; сост.: С. В. Беспалова [и др.]. - Донецк : ДонНУ, 2017.
19. Новиков Д.А., Филимонов М.М. Биофизика. Курс лекций в 2-х частях. Часть 2. – Минск: БГУ, 2012. – 132 с.
20. Плонси Р., Барр Р. Биоэлектричество: Количественный подход. – М.: Мир, 1982. – 366 с.
21. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. /Пер. с англ. -М.: Мир, 2002. – 461 с.
22. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. - М.: Наука, 1984. - 304 с.
23. Скулачев В.П. Жизнь без старости [Текст] / В.П. Скулачев, М. В. Скулачев, Б. А. Фенюк. - Москва : ЭКСМО, 2014. - 287 с.

24. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. – М.: «Книжный дом «Университет», 2002. – 376 с.

25. Общая химия; Биофизическая химия ; Химия биогенных элементов: Учеб. для студентов вузов, обучающ. по мед., биол., агроном., ветеринар., экол. специальностям / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Бердянд, А.З. Книжник; Под ред. Ю. А. Ершова. - 3-е изд. - М.: Высш. шк., 2002. - 560 с.

26. Финкельштейн А. В. Физика белка: Курс лекций / Финкельштейн А.В., Птицын О. Б.; Ин-т белка РАН. - 3-е изд. - М. : Университет, 2005. - 455,[1] с.

Программа разработана на основании паспорта научной специальности 1.5.2. Биофизика.

Программа одобрена на заседании Ученого совета биологического факультета, протокол № 9 от «19» мая 2023 г.

Декан
биологического факультета



О.С. Горецкий