




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**«Институт автоматизации и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук»  
(ИАПУ ДВО РАН)**


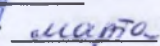
**«СОГЛАСОВАНО»**

Зам. директора по научно-  
образовательной деятельности,  
ученый секретарь, к.т.н.

 С.Б. Змеу  
«»  марта 2022 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор ИАПУ ДВО РАН  
член-корреспондент РАН

 Р.В. Ромашко  
«» марта 2022 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

по специальной дисциплине

**Научная специальность – 1.5.2 Биофизика**

Форма подготовки (очная)

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

Программа вступительных испытаний составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки по программам специалитета и магистратуры).

Программа вступительных испытаний обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 2 от «14» марта 2022 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель д.ф.-м.н., профессор А.И. Абакумов

## **АННОТАЦИЯ**

Программа вступительных испытаний предназначена для поступающих на образовательную программу высшего образования - программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.5.2 «Биофизика».

Цель вступительных испытаний - выявление среди поступающих в аспирантуру наиболее способных и подготовленных к освоению образовательных программ высшего образования - программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Вступительные испытания проводятся в форме устного экзамена.

Программа вступительных испытаний включает в себя:

- аннотацию;
- требования к поступающим;
- содержание вступительных испытаний;
- вопросы к экзамену;
- список рекомендуемой литературы и источников.

### **I. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТУПАЮЩИМ**

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знания и умения по биофизике, соответствующие предшествующему уровню подготовки. Иметь определенный научный задел по данному направлению подготовки, который будет учтен при участии в конкурсе, в случае одинакового количества баллов поступающих.

### **II. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

#### **МОДУЛЬ 1. БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**



## **Раздел 1. Биофизика как междисциплинарная наука**

Совокупность физических, химических и биологических критериев живого. Разнообразие жизни на Земле. Архитектура и хореография клетки. Общая схема метаболизма. Рост и деление клеток, клеточный цикл. Ферментативный катализ. Биофизика мембран: структура и физико-химические свойства, активный и пассивный транспорт ионов, сопряженный транспорт веществ. Физические основы преобразования и аккумуляции энергии в биологических системах. Элементы теории эволюции. Экологические системы. Упорядоченность биологических структур, энтропия и информация. Открытые системы, неравновесная термодинамика в биологии, стационарные состояния. Синергетика, диссипативные структуры, активные среды. Колебательные и автоволновые процессы в биологических системах как физическая основа пространственно-временной самоорганизации и регуляции. Математические модели биологических процессов.

Науки о биологическом многообразии (микробиология, вирусология, ботаника, зоология). Вирусы, бактерии, простейшие, грибы, растения, животные, их морфология, основы физиологии, образ жизни, географическое распространение; происхождение, классификация.

## **Раздел 2. Физиология**

Физиология (растений, человека и животных, высшей нервной деятельности, иммунология). Строение и функции основных систем органов животных и человека; принципы восприятия, передачи и переработки информации в организме; регуляция жизненных функций и системы обеспечения гомеостаза; физиологические процессы зеленого растения: фотосинтез, дыхание, водообмен, рост и развитие; формирование иммунитета растений, животных и человека.

Биология клетки. Строение и принципы жизнедеятельности клетки, единство и разнообразие клеточных типов, воспроизведение и специализация; ткани, их происхождение в индивидуальном и историческом развитии; субклеточные компоненты, их биохимические характеристики; структура и свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, принципы регуляции метаболизма.

### **Раздел 3. Генетика и эволюция**

Наследственность и изменчивость на всех уровнях организации живого. Основные теории эволюции; история становления эволюционных представлений; генетические основы эволюционного процесса; концепция видообразования.

Биология размножения и развития. Условия воспроизведения организмов, онтогенез и филогенез, жизненные циклы, этапы и процессы индивидуального развития, биологический возраст.

### **Раздел 4. Экология и рациональное природопользование**

Взаимодействия организма и среды; факторы среды; сообщества организмов, экосистемы, их состав, разнообразие, динамика, пищевые сети и цепи, взаимодействие биологических видов; структура, эволюция и условия устойчивости биосферы; антропогенные воздействия и экологический прогноз; методы анализа и моделирования экологических процессов; экологические принципы природопользования и охрана природы.

## **МОДУЛЬ 2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

### **Раздел 1. Физические и химические процессы**

Физика атомов и атомных явлений. Микромир. Волны и кванты. Частицы и волны. Основные экспериментальные данные о строении атома. Основы квантово-механических представлений о строении атома. Электромагнитные переходы в атомах. Рентгеновские спектры. Молекула.

Строение атомов и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химические связи и строение молекул. Окислительно-восстановительные реакции и электрохимия. Химическая кинетика. Катализ. Пространственно-временная самоорганизация в открытых физико-химических системах.

### **Раздел 2. Математическое моделирование**

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.

Физические и биологические явления как источник математических понятий. Линейная алгебра. Евклидовы и унитарные пространства. Линейные операторы в конечномерном пространстве. Билинейные и квадратичные формы. Дифференциальные уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы. Теория устойчивости. Уравнения в частных производных первого порядка. Уравнения математической физики. Основные задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Формулировка теоремы Коши-Ковалевской. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка. Основные уравнения математической физики, постановки и свойства решений. Понятие корректной краевой задачи; примеры корректных и некорректных краевых задач. Методы оптимизации. Задача линейного программирования. Симплекс-метод. Свойства. Задача выпуклого программирования.

### **Раздел 3. Математические методы обработки данных**

Теория вероятностей и математическая статистика. Основные понятия теории вероятностей. Случайные величины и их характеристики. Законы больших чисел. Характеристическая функция. Центральные предельные теоремы. Конечные однородные цепи Маркова. Случайные процессы. Распределения Гаусса, Пирсона, Фишера, Стьюдента. Интервальные и точечные оценки. Задача проверки статистических гипотез. Метод максимального правдоподобия. Регрессионный анализ. Статистический анализ модели и статистические задачи решения.

Численные методы и математическое моделирование. Сплайн интерполяция. Методы Монте-Карло. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Вычислительные методы решения краевых задач математической физики. Разностные схемы. Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость. Методы математического программирования. Обработка экспериментальных данных.

## **Раздел 4. Программирование и компьютерное моделирование**

Операционные системы и операционные оболочки. Типовые операционные системы. Файлы и файловая система. Операционные оболочки. Пользовательский интерфейс, основные команды. Системные утилиты. Локальные и глобальные сети. Архитектура сетей. Internet. Электронная почта. Программирование (языки Fortran, C++). Характеристики языка. Структура программы. Принципы структурного программирования. Алгоритмы. Типы данных. Переменные и константы. Описание переменных. Массивы. Основные арифметические операции. Основные виды операторов. Стандартные функции ввода/вывода. Работа с файлами. Современные методы программирования. Понятие об объектном программировании. Системы управления базами данных. Аналитические вычисления на компьютере.

### **III. ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ**

1. Биофизика как междисциплинарная наука. Совокупность физических, химических и биологических критериев живого. Разнообразие жизни на Земле.
2. Архитектура и хореография клетки. Общая схема метаболизма. Рост и деление клеток, клеточный цикл.
3. Ферментативный катализ. Биофизика мембран: структура и физико-химические свойства, активный и пассивный транспорт ионов, сопряженный транспорт веществ.
4. Элементы теории эволюции. Экологические системы. Упорядоченность биологических структур, энтропия и информация.
5. Открытые системы, неравновесная термодинамика в биологии, стационарные состояния. Синергетика, диссипативные структуры, активные среды. Колебательные и автоволновые процессы в биологических системах как физическая основа пространственно-временной самоорганизации и регуляции.



6. Математические модели биологических процессов. Строение и функции основных систем органов животных и человека; принципы восприятия, передачи и переработки информации в организме.
7. Регуляция жизненных функций и системы обеспечения гомеостаза; физиологические процессы зеленого растения: фотосинтез, дыхание, водообмен, рост и развитие; формирование иммунитета растений, животных и человека.
8. Биология клетки. Строение и принципы жизнедеятельности клетки, единство и разнообразие клеточных типов; ткани, их происхождение в индивидуальном и историческом развитии.
9. Генетика и эволюция. Наследственность и изменчивость на всех уровнях организации живого.
10. Основные теории эволюции; история становления эволюционных представлений; генетические основы эволюционного процесса; концепция видообразования.
11. Биология размножения и развития. Условия воспроизведения организмов, онтогенез и филогенез, жизненные циклы, этапы и процессы индивидуального развития, биологический возраст.
12. Экология и рациональное природопользование. Взаимодействия организма и среды; факторы среды; сообщества организмов, экосистемы, их состав, разнообразие, динамика, пищевые сети и цепи, взаимодействие биологических видов; структура.
13. Методы анализа и моделирования экологических процессов; экологические принципы природопользования и охрана природы.
14. Строение атомов и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химические связи и строение молекул.
15. Окислительно-восстановительные реакции и электрохимия. Химическая кинетика. Катализ. Пространственно-временная самоорганизация в открытых физико-химических системах.

16. Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем.
17. Линейная алгебра. Евклидовы и унитарные пространства. Линейные операторы в конечномерном пространстве. Билинейные и квадратичные формы.
18. Дифференциальные уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы. Теория устойчивости.
19. Уравнения в частных производных первого порядка. Уравнения математической физики. Основные задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Формулировка теоремы Коши-Ковалевской.
20. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка. Основные уравнения математической физики, постановки и свойства решений.
21. Понятие корректной краевой задачи; примеры корректных и некорректных краевых задач.
22. Задача линейного программирования. Симплекс-метод. Свойства.
23. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.
24. Теория вероятностей и математическая статистика. Основные понятия теории вероятностей. Случайные величины и их характеристики. Законы больших чисел. Характеристическая функция. Центральные предельные теоремы.
25. Конечные однородные цепи Маркова. Случайные процессы.
26. Распределения Гаусса, Пирсона, Фишера, Стьюдента. Интервальные и точечные оценки.
27. Задача проверки статистических гипотез. Метод максимального правдоподобия.
28. Регрессионный анализ. Статистический анализ моделей.



29. Численные методы и математическое моделирование. Сплайн интерполяция. Методы Монте-Карло.
30. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Вычислительные методы решения краевых задач математической физики. Разностные схемы. Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость. Операционные системы и операционные оболочки. Типовые операционные системы.
- 31.
32. Программирование (языки Fortran, C++, Python). Характеристики языка. Структура программы. Принципы структурного программирования.
33. Алгоритмы. Типы данных. Переменные и константы. Описание переменных. Массивы.
34. Системы управления базами данных.
35. Аналитические вычисления на компьютере. Автоматизация экспериментов.

#### **IV. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ**

##### **Основная литература**

1. Динамические модели в биологии // Информационная система кафедры биофизики МГУ. М.: МГУ, 2009. Код доступа: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/>
1. Шафаревич И.Р. Линейная алгебра и геометрия [Электронный ресурс]/ Шафаревич И.Р., Ремизов А.О.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 512 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12927>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Боронина Е.Б. Математический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Боронина Е.Б.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная

книга, 2012.— 159 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6298>.—  
ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Том 1.  
Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной.  
Ряды [Электронный ресурс]: учебник/ Кудрявцев Л.Д.— Электрон. текстовые  
данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 400 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/12897>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Том 2.  
Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих  
переменных. Гармонический анализ [Электронный ресурс]: учебник/  
Кудрявцев Л.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.—  
424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12898>.— ЭБС «IPRbooks»,  
по паролю

5. Щербакова Ю.В. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]:  
учебное пособие/ Щербакова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.—  
Саратов: Научная книга, 2012.— 159 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/6264>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных  
уравнений [Электронный ресурс]/ Петровский И.Г.— Электрон. текстовые  
данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 206 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/12910>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными  
[Электронный ресурс]/ Петровский И.Г.— Электрон. текстовые данные.—  
М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 401 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/24564>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

8. Розендорн Э.Р. Уравнения с частными производными [Электронный  
ресурс]: учебник для вузов/ Розендорн Э.Р., Соболева Е.С., Фатеева Г.М.—  
Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 332 с.— Режим  
доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25004>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю



9. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочегурова Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 134 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34723>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
10. Розова В.Н. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Розова В.Н., Максимова И.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2010.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11536>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
11. Алексеев В.М. Оптимальное управление [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12964>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
12. Балдин К.В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебник/ Балдин К.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2010.— 473 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4444>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
13. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
14. Методы качественной теории в нелинейной динамике /Л. П. Шильников, А. Л. Шильников, Д. В. Тураев [и др.] ; пер. с англ. В. А. Осотовой. Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика , 2009. Код доступа: <http://lib.mexmat.ru/books/>
15. Иванов Б.Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Полный курс. М.: Физматлит, 2007. Код доступа: <http://lib.mexmat.ru/books/>
16. Каток А.Б. Введение в теорию динамических систем с обзором последних достижений /А. Б. Каток, Б. Хасселблат; пер. с англ. под ред. А. С.

Городецкого. Москва: Изд-во Московского центра непрерывного математического образования, 2005. Код доступа: <http://lib.mexmat.ru/books/>

17. Прохоров Ю.В. Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебник/ Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012.— 254 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13173>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

18. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кобзарь А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.— 816 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12895>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

19. Бахвалов Н.С. Численные методы [Электронный ресурс]/ Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 635 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6502>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **Дополнительная литература**

1. Электронная библиотека ММФ МГУ, М.: МГУ, 2010. <http://lib.mexmat.ru/>
2. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. М.: Высшая школа, 2000. Код доступа: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/>
3. Жижин Г.В. Саморегулируемые волны химических реакций и биологических популяций. Санкт-Петербург: Наука, 2004.- 163 с.
4. Тихонов А.Н. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17227>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]/ Понтрягин Л.С.— Электрон. текстовые данные.—



Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001.— 396 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17642>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]/ Арнольд В.И.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17643>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Абакумов А.И. Математическая экология: Учебное пособие. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1994.

8. Абакумов А.И. Управление и оптимизация в моделях эксплуатируемых популяций. Владивосток: Дальнаука, 1993.