

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования**

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

**МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ПРИНЯТА**

Ученым Советом  
медицинского института  
Протокол № 5 от 16 января 2025 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания в аспирантуру**

**Шифр и наименование группы научных специальностей**

**1.5. Биологические науки**

**Шифр и наименование научной специальности**

**1.5.8. Математическая биология, биоинформатика**

## Общие требования

На экзамене поступающие должны:

- продемонстрировать знание основных биологических закономерностей, основных понятий, определений и свойств объектов прикладной математики, а также возможные сферы их использования, знание основных математических моделей в биологии и медицине;
- продемонстрировать владение профессиональными знаниями и терминологией в области информационных технологий и анализа биологических последовательностей;
- уметь применять аппарат математического анализа для описания и анализа вероятностных моделей;
- Уметь в понятной форме, последовательно и непротиворечиво обосновать и письменно изложить ход своих рассуждений при ответах на вопросы.

## Основные разделы программы

### 1. Биология.

- Основные понятия: ген, генотип, кариотип, фенотип.
- Кариотип. Строение хромосом: хроматида, хромеры, эухроматические и гетерохроматические районы хромосом. Международная цитогенетическая номенклатура.
- Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны, другие белки
- Гены. Локализация генов в хромосомах. Гены аллельные и неаллельные, сцепленные и несцепленные.
- Генетический код и его характеристики.
- Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: транскрипции и трансляции.
- Законы наследственности (законы, открытые Г. Менделем и Т. Морганом). Статистический характер расщеплений.

- Хромосомные и генные мутации, механизмы возникновения и типы мутаций.
- Геномные библиотеки. Понятие о векторах.
- Понятие о популяции. Понятие о частотах генов и генотипов. Закон Харди-Вайнберга.
- Классификации белков: по форме белковой молекулы, по составу белка, по функциям.

## 2. Прикладная математика

### - *Алгебра.*

Матрицы. Определитель матрицы. Обратная матрица. Ранг матрицы. Действия над матрицами.

Системы линейных алгебраических уравнений (неоднородные и однородные). Теорема Кронекера-Капелли. Общее решение систем линейных уравнений.

### - *Математический анализ.*

Понятие производной, её геометрический, физический смысл.

Полное исследование функции и построение ее графика. Монотонность функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба функции. Схема полного исследования функции.

Неопределенный интеграл. Первообразная. Понятие неопределенного интеграла. Свойства. Методы интегрирования функций.

Определенного интеграла и его свойства. Геометрический смысл. Формула Ньютона-Лейбница. Геометрические и физические приложения определенного интеграла.

### - *Дифференциальные уравнения.*

Понятие дифференциального уравнения. Формы записи уравнений первого порядка. Формы записи решений уравнений первого порядка.

Классификация дифференциальных уравнений первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные уравнения первого порядка.

### - *Математическая логика и теория алгоритмов (Дискретная математика).*



Понятие множества. Подмножества. Способы задания множеств. Отношения на множествах. Операции на множествах.

Аксиомы булевой алгебры. Специальные булевы функции и константы алгебры логики. Реализация функций формулами. Совершенная и минимальная нормальная форма.

#### - ***Теория вероятностей и математическая статистика***

Вероятность случайного события. Закон сложения вероятностей нескольких событий. Закон умножения вероятностей нескольких событий. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Теорема Байеса.

Случайные величины. Дискретная и непрерывная случайные величины. Законы распределения вероятностей случайной величины. Плотность распределения непрерывной случайной величины и ее свойства. Биномиальное распределение. Распределение Гаусса.

Генеральная совокупность. Выборка, способы ее организации. Вариационный ряд. Эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма.

Статистические методы оценки параметров распределения. Точечные и интервальные оценки. Выборочная средняя, выборочная дисперсия и среднее квадратичное отклонение. мода, медиана, верхний и нижний квартили.

Статистическая гипотеза, критическая область, критерии проверки гипотезы. Уровень значимости и мощность критерия.

Функциональная и статистическая зависимости. Корреляционный анализ. Нахождение параметров выборочного уравнения линейной регрессии.

Программные средства для статистического анализа данных.

### **3. Информационные технологии**

- ***Данные и их кодирование, представление информации в ЭВМ.*** Представление чисел в двоичном коде. Представление действительных чисел. Понятие типа данных. Представление текстовой информации (Таблица ASCII, UNICODE...). Представление звуковых данных (АЦП, ЦАП, Дискретизация по времени. Дискретизация по уровню (квантование). Представление графиче-

ских данных (векторная и растровая графика, модель RGB). Сжатие информации (сжатие с изменением структуры данных (без потери данных, для текстов, чисел, программ) и сжатие с частичной потерей данных (графика, звук).

- **Аппаратные средства.** Основные узлы персонального компьютера, технические характеристики. Периферийные устройства. Виды и типы компьютеров.
- **Операционная система** Понятие ОС. Основные функции ОС. Типы ОС: десктопные, мобильные, серверные. Понятие пользовательского интерфейса: командный интерфейс, графический интерфейс, SILK-интерфейс. Стандартное программное обеспечение операционной системы. Драйверы устройств.
- **Прикладное программное обеспечение.** Пакеты офисных приложений. Специализированные программы (статистической обработки, графики, видео, звук)
- **Базы данных.** Основные модели баз данных. Основные объекты баз данных, их назначение. Понятие транзакция целостности данных. Основные принципы нормализации данных. Понятие СУБД. Основные функции СУБД. Способы поиска информации в базах данных (фильтры, запросы по шаблону, SQL).
- **Языки программирования.** Состав языка программирования (алфавит, лексемы (идентификаторы, ключевые слова, знаки операций, разделители, литералы), управляющие последовательности, комментарии). Типы данных. Алгоритм. Структура программы. Основные операторы.
- **Сетевые технологии.** Локальные и глобальные сети ЭВМ. Классификация компьютерных сетей (BAN, PAN, LAN, CAN, MAN, WAN). Основные характеристики компьютерных сетей (пропускная способность, время реакции сети, безопасность, масштабируемость). Топологии компьютерных сетей (кольцевая, радиальная, древовидная, шинная). Протоколы передачи данных (FTP, HTTP, POP, IMAP, Telnet и др.)
- **Информационно-коммуникационные технологии.** Облачные вычисления. Интернет вещей. Технологии Blockchain. Технологии искусственного интеллекта. ERP-системы. Корпоративные информационные системы. ESM-системы. Интеллектуальный анализ данных. BI-системы.



- *Стандарты медицинской информации.* Стандарт HL7. Стандарт DICOM.

#### **4. Математические модели в биологии и медицине. Биоинформатика.**

- *Понятие модели, виды моделей.* Классификация математических моделей: Регрессионные зависимости, имитационные модели. Реализация математических моделей in silico.
- *Модели роста популяции.* Экспоненциального роста. Ограниченного роста. Модель популяции с наименьшей критической численностью. Дискретные модели популяций. Уравнения с запаздыванием.
- *Модели взаимодействия видов.* Конкуренция. Хищник-жертва. Симбиоз.
- *Автоволновые процессы.* Модели распространения нервного импульса.
- *Генная онтология*
- *Биоинформатика последовательностей.* Алгоритмы выравнивания (парное выравнивание, множественное выравнивание, структурное выравнивание).
- *Методы расшифровки пространственных структур макромолекул.* Рентгеноструктурный анализ. Понятие о ядерном магнитном резонансе (ЯМР) и его применении в анализе структур макромолекул.
- **Алгоритмы работы с данными о пространственных структурах макромолекул.** Алгоритмы выделения вторичной структуры белков. Алгоритмы выделения и классификации доменов.

#### **Литература**

Учебники биологии, генетики, линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, дифференциальных уравнений и дискретной математике для высших учебных заведений

#### **Дополнительная литература**

- Основы генетики / У.С. Клаг, М.Р. Каммингс, Ш.А. Спенсер, М.А. Палладино ; перевод с английского А.А. Лушниковой, С.М. Мусаткина. - Москва : Техносфера, 2019.

- С.Г. Инге-Вечтомов. Генетика с основами селекции. - Санкт-Петербург: Издательство Н-Л, 2010
- Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. В 3 т., пер. с англ. М.: Мир, 1989-1990.
- . М.С. Уотермен. Математические методы для анализа последовательностей ДНК - Москва: Мир, 1999
- Ильин В.А., Ким Г.Д. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. - Москва: МГУ, 2005
- Кобринский, Т.В. Зарубина Медицинская информатика: учебник для студентов
- Скоринкин А.И. Математическое моделирование биологических процессов / А.И. Скоринкин.– Казань: Казан. ун-т, 2015. – 86 с.
- Плюснина Т. Ю., Фурсова П. В., Тёрлова Л. Д., Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биологии Изд. 2-е доп. Учебное пособие. М.-Ижевск: НИЦ: «Регулярная и хаотическая динамика», 2014. 136 с. ISBN: 978-5-4344-0224-8
- Дурбин и др. Анализ биологических последовательностей. - Москва: НИЦ "Регулярна и хаотическая динамика", 2006
- Леск. Введение в биоинформатику. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2013

### **Порядок проведения и оценивания вступительных испытаний**

Вступительные испытания по специальной дисциплине при приеме на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на специальность **1.5.8 «Математическая биология, биоинформатика»** проводятся в **письменной** форме по билетам

Экзаменационный билет содержит 4 вопроса, на которые необходимо дать развернутый письменный ответ.

Первый вопрос проверяет знания основных понятий биологии. Второй вопрос экзаменационного билета отражает знание математического аппарата. Третий вопрос посвящён информационным технологиям и системам обработки,



нения и передачи информации. Четвертый вопрос касается принципов и подходов в построении и практическом применении моделирования объектов и процессов в биологии и медицине.

**Пример экзаменационного билета.**

1. *Генетический код и основные его характеристики.*
2. *Вероятность случайного события. Законы сложения и умножения вероятностей нескольких событий. Условная вероятность.*
3. *Топологии компьютерных сетей (кольцевая, радиальная, древовидная).*
4. *Модели взаимодействия видов. Конкуренция. Хищник-жертва. Симбиоз.*

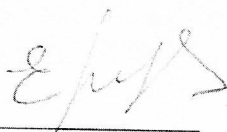
На выполнение экзаменационной работы отводится 60 минут.

Билет оценивается из 100 баллов. За полный правильный ответ на задание начисляется 25 баллов, при оценивании частично правильного ответа учитывается правильная часть ответа в процентном отношении.

Программа подготовлена на кафедре медицинской информатики и телемедицины

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент кафедры медицинской информатики и телемедицины



Е.А. Лукьянова