

УТВЕРЖДЕНА

заместитель директора
по образовательной деятельности
АНОО ВО «Университет «Сириус»



О. Д. Федоров

2026 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступающих на обучение по образовательной программе
высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре по научной специальности

1.5.8 Математическая биология, биоинформатика

СОГЛАСОВАНО:

Исполнительный директор
Научного центра генетики и наук о жизни

А.Э. Сазонов

Руководитель приёмной комиссии

Б.Е. Кадлубович

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.5.8 Математическая биология, биоинформатика (далее – образовательная программа).

В программу вступительных испытаний включено описание форм и процедур вступительных испытаний, представлено содержание тем и критерии оценки.

Вступительные испытания проводятся в следующей форме:

- письменный экзамен;
- резюме;
- исследовательское предложение.

Письменное вступительное испытание оценивается по 30-балльной шкале. Резюме и исследовательское предложение оцениваются по 10-балльной шкале. Язык проведения письменного экзамена – русский, материалы резюме и мотивационного эссе принимаются на русском языке.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 180 минут.

1. Цель и задачи вступительных испытаний.

Цель проведения вступительных испытаний – отбор наиболее подготовленных поступающих на обучение по образовательной программе, в том числе, определение уровня их готовности к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Основные задачи вступительных испытаний:

- выявление и оценка уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций поступающего;
- определение уровня готовности к работе и проектной деятельности в компаниях и на производствах и, а также научно-исследовательской деятельности в рамках НИОКР.

- выяснение познавательной и мотивационной сферы поступающего;
- выявление научных и профессиональных интересов;
- определение уровня научно-технической эрудиции и языковой подготовки поступающего.

Целью вступительных испытаний является проверка следующих знаний и умений:

- знание базовых понятий молекулярной биологии (ген, оперон, этапы репликации, транскрипции, трансляции, сплайсинга), биохимии (строение и функции биомолекул, ферментативные реакции, уравнение Михаэлиса–Ментен и т.п.) и генетики (аллель, генотип, кроссинговер, мутации, репарация ДНК и т.п.);

- знание основных понятий математического анализа (пределы, дифференциалы, интегралы), теории вероятностей (формула Байеса, распределения, центральная предельная теорема) и алгоритмики (структуры данных, алгоритмы поиска, сортировки, обходы графов, динамическое программирование);

- знание основных принципов математического моделирования биологических процессов;

- знание методов и алгоритмов биоинформатики, включая анализ и интерпретацию биологических данных;

— знание современных подходов к анализу больших данных в биологии и медицине;

— знание английского языка на уровне, достаточном для чтения научно-технической литературы и документации, работы с тематическими ресурсами и базами данных в сети “Интернет”, написания научных статей и общения в международной научной среде, включая способность выступать с устными научными докладами на международных научных конференциях, способность отвечать на вопросы зарубежных коллег по теме доклада, а также умение уверенно демонстрировать свою профессиональную компетенцию в тематической научной дискуссии;

— умение использовать программное обеспечение и инструменты для анализа биологических данных;

— умение проводить статистический анализ и интерпретировать результаты биоинформатических исследований;

— умение осуществлять поиск, обработку и визуализацию биологических данных из различных источников;

— умение формулировать и решать задачи на основе теоретических моделей (например, моделирование дифференциальных уравнений);

— умение интерпретировать результаты экспериментальных исследований: анализировать молекулярные механизмы репликации, транскрипции, трансляции, а также процессы регуляции генной экспрессии;

— умение применять знания биохимии для расчета кинетических параметров ферментативных реакций;

— умение анализировать генетические данные, проводить расчёты комбинаторных вероятностей при изучении наследственности;

— владение методами прикладной статистики и математического анализа.

— владение навыками работы с современным оборудованием и программным обеспечением для биоинформатических исследований;

— владение навыками программирования на одном или нескольких языках программирования: Python, R, C++, Java, Perl;

— владение методами научного поиска и критического анализа научной информации;

— владение навыками работы в команде, включая взаимодействие с исследователями из различных областей;

— владение методами прикладной статистики и математического анализа (решать задачи на интегрирование, дифференцирование, оценивать параметры распределений и проверять гипотезы);

— владение навыками планирования экспериментов и работы с лабораторными данными и их предварительной обработкой для последующего анализа;

— умение работать в условиях неопределенности и многозадачности.

2. Содержание вступительных испытаний

2.1 Математика и информатика.

Математический анализ: функции одной переменной, теория пределов, дифференциальное исчисление, исследование функций, неопределенный интеграл, определенный интеграл.

Теория вероятностей и математической статистики: число сочетаний, размещений, в т.ч. с повторениями, комбинаторные вероятности, формула Байеса, случайные величины с дискретными и непрерывными распределениями, функции и плотности распределения, нормальные распределения, центральная предельная теорема, статистическое оценивание параметров распределений, статистическая проверка гипотез, понятие о случайных процессах.

Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ): ОДУ как модели явлений и процессов реального мира, системы линейных ОДУ, существование и единственность решений ОДУ, понятие о численных методах решения ОДУ, метод разделения переменных.

Основные структуры данных: списки, стек, очередь, дерево.

Понятие алгоритма, вычислительная сложность алгоритма. Алгоритмы на графах: обход в ширину и глубину, Эйлеров цикл. Алгоритмы для строк, регулярные выражения. Динамическое программирование.

Реляционные базы данных и их нормальные формы, язык SQL.

2.2 Биология.

Биохимия и химическая кинетика

Основные биомолекулы (аминокислоты, пептиды и белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды), их строение и функции.

Метаболизм основных биомолекул и его регуляция в клетке, ферменты и энергетика клетки

Кинетика химических и ферментативных реакций (энергия активации, скорость и порядок реакции, механизм сложной реакции, константы равновесия, энергия Гиббса, энтальпия и энтропия реакции, уравнение Михаэлиса-Ментен, аллостерическая регуляция: активаторы и ингибиторы).

Молекулярная биология

Основные процессы передачи информации в клетке. этапы и молекулярные механизмы репликации, транскрипции, трансляции, сплайсинга. Различия и сходство основных процессов в эукариотах и в прокариотах.

Структура ДНК в прокариотах и в эукариотах. Хроматин, основные уровни организации, гистоны, модификации хроматина. Роль хроматина в регуляции экспрессии генов.

Регуляция экспрессии генов. Основные уровни регуляции экспрессии. Регуляция транскрипции, транскрипционные факторы. Сходство и различия регуляции транскрипции в прокариотах и в эукариотах.

Понятие об основных экспериментальных методах молекулярной биологии: ПЦР, секвенирование, секвенирование нового поколения, микрочипы, белок-белковые взаимодействия, иммунопреципитация хроматина, ChIP-chip, ChIP-seq, массспектрометрия.

Генетика

Основные понятия генетики: признак, фенотип, генотип, ген, локус, аллель, гомозигота, гетерозигота, доминантность, рецессивность, неполное доминирование, кодоминирование, сверхдоминирование.

Кроссинговер и рекомбинация; мутации и молекулярные механизмы их возникновения, репарации; наследственность и изменчивость.

2.3 Биоинформатика.

Выравнивание последовательностей: алгоритм глобального выравнивания Нидлмана-Вунша (Needleman-Wunsh), алгоритм локального выравнивания Смита-Уотермана (Smith-Waterman).

Методы быстрого поиска сходства BLAST, FASTA.

Скрытые Марковские модели. Определение параметров моделей. Скрытые Марковские модели для выравнивания. Алгоритм Витерби.

Множественное выравнивание последовательностей. Динамическое программирование для множественного выравнивания. Прогрессивное выравнивание. Улучшение выравнивания.

Реконструкция эволюции по последовательностям. Основные методы реконструкции филогении.

Геномы, размер геномов бактерий и эукариот. Метагеномы. Контиги. Расшифровка геномов и сборка контигов.

Аннотация геномов. Предсказание генов. Функциональная аннотация. Использование сходства. Сравнительный анализ геномов.

Транскриптом. Методы определения транскриптомов. Методы анализа транскриптомов. Тканевая специфичность транскриптомов. Состав транскриптома, анализ сплайсинга. Приложения к исследованию заболеваний и диагностике.

Типы регуляторных взаимодействий. Регуляторные каскады. Системная биология. Построение и анализ регуляторных сетей.

3. Демонстрационный вариант вступительных испытаний

Вопросы с развернутым ответом (оцениваются максимально до 6 баллов каждый):

1. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $f(x)$ на отрезке $[-1, 2]$:

$$f(x) = 3x^5 - 25x^3 + 60x - 16.$$

2. На книжной полке стоит 10 разных двухтомных произведений. Найти вероятность того, что среди случайно отобранных 4 книг ни одно произведение не содержится целиком.

3. Представьте, что вы библиотекарь, и вам нужно определить студентов, кто взял больше 5 книг и не возвращает их больше 3 месяцев. Составьте структуру реляционной базы данных для этой задачи и напишите SQL запрос для ее решения.

4. При скрещивании двух сортов тыквы, имеющих белые плоды, $F1$ – белоплодное, а в $F2$ получается следующее расщепление: 12 белоплодных к 3 желтоплодным и 1 с зелеными плодами. Определите характер наследования окраски и генотипы всех форм. Как называется такой тип наследования?

5. Напишите алгоритм глобального выравнивания Нидлмана-Вунша.

4. Требования к структуре и содержанию резюме

Резюме, самостоятельно составленное поступающим, должно быть предоставлено на русском языке, объем – не менее 1 и не более 5 машинописных страниц, шрифт Times New Roman прямого начертания, кегль (размер) шрифта 12, межстрочный интервал – полуторный.

Резюме должно содержать следующую информацию:

- 1) Личную информацию и контактные данные поступающего;
- 2) Фотографию поступающего;
- 3) Сведения об имеющемся у поступающего образовании;
- 4) Опыт работы поступающего;
- 5) Результаты общественной, научной и профессиональной деятельности поступающего (членство в объединениях, организация, опыт волонтерской деятельности, участие в НИР, грантах, значимых проектах);
- 6) Ключевые индивидуальные достижения поступающего;
- 7) Сведения о квалификации и имеющихся у поступающего практических навыках;
- 8) Сведения об уровне владения иностранными языками;
- 9) Список публикаций и объектов интеллектуальной собственности (при наличии);
- 10) Информация о выпускной квалификационной (научно-исследовательской) работе поступающего (тема, краткая аннотация, объемом не более 200 слов);
- 11) Информация о хобби и увлечениях поступающего.

Допускается приводить названия публикаций, грантов, проектов, сертификатов на языке, использованном в оригинале. Перевод в этом случае не обязателен.

При оценке резюме экзаменационная комиссия учитывает индивидуальные достижения, подтвержденные документами, приложенными к заявлению о приеме, в соответствии с пунктом 3.17 Правил.

Максимальная оценка за резюме 10 (десять) баллов, минимальная – 6 (шесть) баллов.

5. Требования к исследовательскому предложению

Исследовательское предложение должно быть составлено поступающим самостоятельно на русском языке, рекомендуемый объем – не менее 2 и не более 5 страниц, шрифт Times New Roman прямого начертания, кегль (размер) шрифта 12, междустрочный интервал – полуторный. Примерная форма исследовательского предложения:

Исследовательское предложение по теме научного исследования

(наименование темы)

Я, _____, хочу принять участие в конкурсе на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре АНОО ВО «Университет «Сириус» по научной _____ специальности: _____ (далее – программам аспирантуры).

Выбор обозначенной программы аспирантуры обусловлен *(указать причины, которые побудили принять решение о выборе именно этой научной специальности и темы научного исследования; почему выбран именно АНОО ВО «Университет «Сириус», что знаете о нем, о научном центре (коллективе), реализующем соответствующую программу аспирантуры, об их достижениях и направлениях исследований, о лабораторном комплексе АНОО ВО «Университет «Сириус», о федеральной территории «Сириус»);*

Необходимо:

- провести оценку актуальности выбранной научной специальности, состояния и перспективы проведения научного исследования по выбранной тематике в рамках обучения в Университете и для страны в целом;*
- раскрыть предложения, которые планируется реализовать в рамках научного исследования и предполагаемые результаты, которых планирует достичь;*
- указать каким образом поможет имеющийся научный и (или) практический опыт и планы на будущее, при условии успешного завершения аспирантуры.*

_____/_____/_____
20____ г.

«____» _____

Максимальная оценка за исследовательское предложение – 10 (десять) баллов, минимальная – 7 (семь) баллов.

6. Литература для подготовки к вступительным испытаниям

1. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. 8-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов – Санкт-Петербург: Питер, 2003.
3. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. 10-е изд. – М.: URSS, 2011.
4. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. – 2018.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядная биохимия. – Мир, 2000.
6. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа: Учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и напр. 510100 "Химия" М.: Academia, 2003.
7. Леск, А. М. Введение в биоинформатику [Текст]: [учебник для вузов] / А. Леск; пер. с англ. под ред. А. А. Миронова, В. К. Швядоса. – 2-е изд. – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015.
8. Системная компьютерная биология (Отв. ред. Н.А.Колчанов, С.С. Гончаров, В.А. Лихошвай и В.А. Иванисенко) // Н: Изд. СО РАН. – 2008.
9. Молекулярное моделирование: теория и практика / Х.-Д. Хельтье и др; под ред. В. А. Палюлина и Е. В. Радченко; пер. с англ. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2009.
10. Рубин, А. Б. Биофизика [Текст]: [учеб. для высш. учеб. заведений]: [в 3 т.] Т. 1: Теоретическая биофизика / А. Б. Рубин. – Москва; Ижевск: Ин-т компьютер.исслед., 2013.