

**АВТНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор АНОО ВО «Университет «Сириус»


Л.Г. Кирьянова



03 2024 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:

Заместитель директора
по образовательной деятельности


Е.В. Саврук

Исполнительный директор
Научного центра генетики и наук о жизни


А.Э. Сазонов

Руководитель
Приемной комиссии


Б.Е. Кадлубович

Федеральная территория «Сириус», 2024

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.

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 научно-исследовательской и проектной деятельности, работе в составе научно-исследовательских коллективов;
- выяснение познавательной и мотивационной сферы поступающего;
- выявление научных интересов;
- определение уровня научно-технической эрудиции и языковой подготовки поступающего.

Вступительные испытания проводятся в форме письменного экзамена и собеседования. Каждое вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале. Язык (языки) проведения письменного экзамена – русский, собеседования – русский и английский.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 180 минут.

Продолжительность собеседования: 15 – 30 минут.

1. ТЕМЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

- 1.1 Математика и информатика;
- 1.2 Биология;
- 1.3 Биоинформатика;
- 1.4 Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус»;
- 1.5 Нормативные правовые акты Российской Федерации, определяющие направления развития науки и отраслей экономики.

2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕМ

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. Различие 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 различие 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.

2.4 Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус»:

Миссия, цели и задачи университета. Основные принципы деятельности. Приоритетные направления развития.

2.5 Нормативные правовые акты Российской Федерации,

определяющие направления развития науки и отраслей экономики:

Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;

Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;

Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»;

Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»);

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденный Правительством РФ;

Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 – 2030 годы)»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 313 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество»»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.11.2013 № 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года».

Рекомендуемая литература:

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.

11. Стратегия развития Университета «Сириус»: <https://siriusuniversity.ru/about/concept>.

3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПИСЬМЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Вопросы с развернутым ответом (оцениваются максимально до 20 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. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

При оценке ответов поступающего экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

- способность структурировать и аргументировать свои высказывания;
- способность к анализу и интерпретации фактов и явлений;
- понимание сущности научно-исследовательской деятельности;
- понимание концепции Стратегии развития Университета «Сириус»;

- понимание роли и задач науки и технологий в достижении целей национального развития России, повышении безопасности и качества жизни граждан, в том числе в выбранной сфере профессиональной деятельности;
- уровень имеющихся к данному моменту общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- публикационная активность поступающего;
- умение определить область научных интересов и планы, связанные с осуществлением дальнейших научных исследований в Университете «Сириус»;
- способность поступающего сделать краткую презентацию своих научных интересов и (или) поддержать беседу на научную тему на английском языке.