

«Утверждаю»

заместитель директора по образовательной деятельности

АНОО ВО «Университет «Сириус»

О.Д. Федоров

2025 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

1.5.22 Клеточная биология

СОГЛАСОВАНО:

Исполнительный директор
научного центра генетики и наук о жизни

А.Э. Сазонов

Руководитель приёмной комиссии

Б.Е. Кадлубович

Федеральная территория «Сириус»

2025

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 1.5.22 Клеточная биология (далее – образовательная программа).

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

Вступительные испытания проводятся в форме письменного экзамена и собеседования. Письменное вступительное испытание оценивается по 40-балльной шкале. Собеседование оценивается по 40-балльной шкале. Язык проведения письменного экзамена – русский, собеседования – русский и английский.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 120 минут.

Продолжительность собеседования: до 20 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 законов, терминов, определений и т.д.
- умение планировать эксперимент, определять цели и задачи исследования, объяснять актуальность научной проблематики, интерпретировать результаты;
- знание на базовом уровне английского языка (чтение научной литературы), базовыми инструментами поиска научной информации в сети интернет, основными методами статистической обработки данных;
- умение грамотно и лаконично выражать свои мысли, слушать собеседника, вежливо отстаивать свою позицию.

2. Содержание основных тем вступительных испытаний

2.1. Цитология.

Клеточная теория и её постулаты. Клеточная гомология, прокариотические и эукариотические клетки, многоклеточные организмы, как совокупность клеток, объединенных в функциональные системы. Понятия тотипотентности. Общая организация эукариотической клетки.

Состав, строение, свойства и функции биологических мембран. Барьерно-транспортная роль плазматической мембраны. Виды трансмембранного транспорта. Осмотическое давление и регуляция объема клетки. Эндоцитоз. Сортировка и транспорт рецепторов и лигандов. Ранние и поздние эндосомы. Роль окаймляющих белков в эндоцитозе. Понятие о транцитозе веществ. Фагоцитоз.

Клеточная адгезия. Белки клеточной адгезии. Межклеточные контакты: классификация, строение, функции. Строение и состав межклеточного матрикса. Взаимодействие клеток с межклеточным матриксом.

Мембранные компоненты клетки. Эндоплазматический ретикулум. Строение и функции гранулярного и гладкого ЭПР. Синтез и модификации белков в ЭПР, роль белков-шаперонов. Принципы адресования белков в другие клеточные компартменты. Участие ЭПР в гомеостазе ионов кальция.

Строение и функции аппарата Гольджи. Модификации белков, их укладка и адресование. Участие в синтезе гликозаминогликанов. Транспортные пути вакуолярной системы, механизмы адресования и слияния везикул с мембранными компонентами. Антероградный и ретроградный транспорт везикул. Экзоцитоз.

Лизосомы. Типы лизосом, строение, состав и способы образования. Аутофагия. Митофагия. Протеасомы и убиквитинилирование.

Митохондрии строение, роль в жизнедеятельности клетки. Особенности организации митохондрий в клетке, межмитохондриальные контакты. Биогенез митохондрий. Митохондриальная ДНК и синтез белков митохондрий.

Ядро клетки. Организация интерфазного ядра. Ядерная оболочка, строение, ядерная пора и транспорт молекул. Ядерный матрикс. Структура и состав хроматина. Компактизация хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Модификация гистонов и функциональное состояние хроматина. Структура и организация хромосом.

Хромосомные территории. Ядрышко – структура и функции.

Цитоскелет: организация и компоненты. Актиновые филаменты, молекулярное строение, локализация и функции в клетках. Роль в движении клеток. Белки, ассоциированные с актиновыми филаментами. Промежуточные филаменты: локализация, структура и функции. Микротрубочки, молекулярное строение. Структура и функции микротрубочек и их производных. Центросома, строение и функции в клетках животных. Моторные белки: разновидности, роль во внутриклеточном транспорте и мышечном сокращении. Строение и механизмы сокращения мышечного волокна. Реснички и жгутики: строение, функции и принцип движения.

Митоз. Фазы митоза. Изменение структуры хромосом, их локализации и реорганизация цитоскелета в различных фазах митоза.

Мейоз. Принципы образования половых клеток. Фазы мейоза при оогенезе и сперматогенезе. Характеристика стадий профазы I мейоза. Особенности распределения наследственного материала между дочерними клетками в фазах мейоза.

Регуляция клеточного цикла. Эндогенные и экзогенные факторы регуляции. Закономерности прохождения клеточного цикла и его фаз. Молекулярные механизмы эндогенной регуляции, роль циклинов, циклин-зависимых киназ и фосфатаз. Митогены и факторы роста, как индукторы пролиферативного ответа.

Клеточная гибель, разновидности и морфологические признаки. Апоптоз, пути активации и молекулярные механизмы. Биологическое значение апоптоза.

2.2. Гистология.

Определение понятия «ткань». Классификация тканей на основе их развития, функций и строения. Особенности строения и состава межклеточного матрикса в различных типах тканей. Физиологическое и репаративное обновление тканей. Представления об эмбриональных и тканеспецифических стволовых клетках. Эпителиальная ткань. Общая характеристика и морфофункциональная классификация эпителиев. Экзокринные и эндокринные железы. Понятие о гормонах и других сигнальных молекулах. Соединительная ткань. Происхождение, общая характеристика строения. Классификация соединительных тканей.

Волокнистые и скелетные соединительные ткани, клетки и внеклеточный матрикс. Кровь и лимфа. Клетки крови, гемопоэз. Органы кроветворения. Мышечная ткань. Морфофункциональная характеристика и классификация. Гладкая мышечная ткань. Особенности сокращения разных типов мышечной ткани. Нервная ткань. Общая морфофункциональная характеристика. Классификация нейронов и их строение. Строение нервного волокна. Синапсы. Клетки глии. Нейрогенез во взрослом мозге. Цитологические методы. Конфокальная микроскопия.

2.3. Биохимия.

Вода, как реагент, растворитель и среда протекания биохимических реакций. Физиологические буферные системы, принципы регуляции pH. Структура и свойства аминокислот. Пептиды и белки. Структурная организация белков. Химические связи и группы аминокислот, участвующие в формировании пространственной структуры белка. Роль пространственной организации в функционировании белковых молекул. Рецепторы и ферменты. Общие представления о ферментативном катализе. Принципы ферментативной кинетики. Механизмы ингибирования ферментов.

Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Строение, свойства и функции. Гликолиз, глюконеогенез и пентозофосфатный путь. Синтез и распад гликогена. Цикл трикарбоновых кислот. Клеточное дыхание: понятие дыхательной цепи и синтез АТФ.

Липиды: классификация, особенности строения и функции. Биосинтез и метаболизм жирных кислот. Биосинтез и метаболизм триглицеридов и мембранных липидов.

Биосинтез и метаболизм аминокислот и нуклеотидов. Обмен аминокислот: реакции трансаминирования и утилизация аммиака. Конечные продукты распада аминокислот. Нуклеиновые кислоты: РНК и ДНК, строение, структура, функции.

Взаимосвязь обмена углеводов, липидов и аминокислот.

2.4. Генетика.

Наследственный признак. Признаки качественные и количественные, элементарные и комплексные. Методы генетического анализа. Моногибридное и полигибридное скрещивания. Аллели и типы их взаимодействий. Цитологические

основы законов наследования. Взаимодействие генов: комплементарность, эпистаз, полимерия (кумулятивная и некумулятивная).

Половые хромосомы. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование при нерасхождении половых хромосом. Кроссинговер. Генетические карты. Хромосомная теория наследственности. Нехромосомное наследование. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность.

Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости. Геномные изменения: полиплоидия (эуплоидия и анеуплоидия). Межвидовая гибридизация. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Генные мутации. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Мутагены: физические и химические. Роль процессов репарации в мутагенезе.

Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Репарация ДНК, ее роль в поддержании стабильности генетического материала. Генетическая рекомбинация. Задачи и методология генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Векторы на основе плазмид и фагов. Геномные библиотеки. Получение рекомбинантных молекул ДНК, молекулярное клонирование фрагментов ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Трансгенные организмы. Векторы эукариот. Генетическая инженерия животных и растений.

2.5. Молекулярная биология.

Репликация ДНК. Полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность, точность копирования ДНК. Типы повреждений ДНК и стратегии их репарации. Транскрипция у прокариот и у эукариот. РНК-полимеразы эукариот. Сборка преинициаторного комплекса РНК-полимеразы II. Хроматин, структура нуклеосом. Модификации гистонов и динамическая структура хроматина.

Пост-транскрипционные преобразования эукариотической РНК. Сплайсинг, экзонирование и полиаденилирование. Общая схема биосинтеза белка. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки. Расшифровка и общие свойства генетического кода.

Транспортная РНК, аминокислотилирование тРНК. Рибосомы как молекулярные машины, осуществляющие синтез белка. Общие принципы организации рибосом.

Значение рибосомной РНК (рРНК). Рибосомные белки, их разнообразие, белковые комплексы, их взаимодействие с рРНК. Рабочий цикл рибосомы. Инициация и регуляция трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у эукариот. Котрансляционное сворачивание белков. Роль шаперонов. Посттрансляционные модификации белков. Белковый сплайсинг, его механизм и биологическое значение.

Регуляция экспрессии генов у прокариот. Лактозный оперон. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков. Эпигенетической регуляция экспрессии генов. Механизмы эпигенетической регуляции на уровне ДНК, РНК и белков. Модификации хроматина. Малые некодирующие РНК.

Основные принципы внутриклеточной сигнализации. Клеточная сигнализация и внутриклеточная передача сигнала. Базовые элементы системы передачи сигнала: рецепторы, вторичные посредники и сигнальные каскады. Внутриклеточная сигнализация и регуляция экспрессии генов.

2.6. Основы иммунологии.

Основные понятия иммунологии. Принципы иммунологического распознавания. Врожденный и адаптивный иммунитет. Органы иммунной системы. Развитие и активация лимфоцитов. Сигнальные каскады. Дифференцировка Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа. Клеточный иммунный ответ – воспалительный и цитотоксический варианты. Вторичные лимфоидные органы и барьерные ткани. Гуморальный иммунный ответ. Регуляция иммунного ответа. Иммунологическая память и вторичный иммунный ответ. Группы крови. Трансплантационный иммунитет. Иммунологическая толерантность. Нарушение ауто толерантности и аутоиммунная патология. Клеточные и молекулярные основы аллергии. Иммунологические методы и технологии: иммуноферментный анализ, проточная цитометрия, гибридная технология.

2.7. Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус».

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

2.8. Нормативные правовые акты РФ, определяющие направления развития науки и отраслей экономики:

- Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Указ Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;
- Прогноз научно-технологического развития РФ на период до 2030 года, утв. Правительством Российской Федерации;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021 – 2030 годы)»;
- Федеральный закон от 05.07.1996 № 86-ФЗ «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности»;
- Указ Президента РФ от 06.06.2019 № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в РФ на период до 2025 года»;
- Указ Президента РФ от 28.11.2018 № 680 «О развитии генетических технологий в Российской Федерации»;
- Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97 «Об Основах государственной политики РФ в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»;
- Постановление Правительства РФ от 22.04.2019 № 479 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019 – 2027 годы»;
- Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2012 № 2580-р «Об утверждении Стратегии развития медицинской науки в РФ на период до 2025 года»;
- Приказ Минздрава России от 13.02.2013 № 66 «Об утверждении Стратегии лекарственного обеспечения населения РФ на период до 2025 года и плана ее реализации».

3. Демонстрационный вариант вступительных испытаний

3.1 Вопросы с развёрнутым ответом (Максимально до 8 баллов каждый ответ).

1. Пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка.
2. Аллели и типы их взаимодействий. Цитологические основы законов наследования.
3. Система внутриклеточных мембран, классификация, основные функции. Везикулярный транспорт и его разновидности.
4. Определение понятия “ткань”. Классификация тканей на основе их развития, функций и строения.
5. Первичные и вторичные лимфоидные органы, характеристика органов иммунной системы.

4. Примерные вопросы для собеседования

1. Почему вы выбрали Клеточную биологию?
2. Какое исследование или проект в вашей предыдущей учебе вам запомнился больше всего, и почему?
3. Какой курс или предмет в вашей магистратуре / специалитете был для вас наиболее важным, и что вы из него узнали?
4. Какой у вас был средний балл и какие предметы вы изучали в магистратуре/ специалитете?
5. Расскажите про тематику вашей ВКР по предыдущему образованию.
6. Есть ли у вас идеи для исследовательского проекта? Как бы вы их реализовали?
7. С какими инструментами и методами вы работали в лаборатории, и как они могут быть применены в рамках новых проектов?
8. Как вы относитесь к критическому анализу научной литературы и как вы его используете для своего обучения?
9. Как вы справляетесь с трудными задачами или неудачами в лабораторных исследованиях? Приведите пример.
10. Как вы работаете в команде? Есть ли у вас опыт работы в групповых проектах?

11. Каковы ваши навыки в написании научных статей и отчетов?
12. Какова ваша мечта о карьере? Какие шаги вы собираетесь предпринять, чтобы достичь этой мечты?
13. Что вы знаете об Университете «Сириус»?
14. Что такое СНТР РФ? Перечислите основные направления государственной политики в области научно-технологического развития РФ.

5. 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.

6. Литература для подготовки к вступительным испытаниям

а. Основная литература

1. Ченцов Ю. Введение в клеточную биологию. ISBN 978-5-91872-080-6, 2015 или в электронном виде.
2. Ю. И. Афанасьев; Н. А. Юрина; Я. А. Винников; А. И. Радостина; Ю. С. Ченцов. Гистология, эмбриология, цитология. ISBN 978-5-9704-2952-5, 2014 или в электронном виде.
3. Кассимерис Л., Лингаппа В. Р., Плоппер Д. Клетки по Льюину, ISBN 978-5-00101-342-6, 2021 или в электронном виде.
4. Альбертс Б., Джонсон А. и др. Основы молекулярной биологии клетки. ISBN 978-5-93208-248-5, 2023 или в электронном виде.
5. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину 5-е издание. ISBN 978-5-00101-249-8, 2022 или в электронном виде.
6. Иммунология по А.А. Ярилину. Редакция С.А. Недоспасов, Д.В. Купраш. ISBN 978-5-9704-4552-5, 2021 или в электронном виде.
7. Нельсон Д., Кокс М. «Основы биохимии Ленинджера. В трех томах. 5-е издание М., Лаборатория знаний. ISBN 978-5-00101-308-2, 978-5-00101-309-9, 978-5-00101-310-5, 2022 или в электронном виде.

б. Дополнительная литература

Стратегия развития Университета «Сириус»:

https://siriusuniversity.ru/pr_img/1918100371/20230517/23730514/стратегия_развития_1.pdf?fid=199910723756&id=191811257302