

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. А. И. ГЕРЦЕНА

**Программа вступительного испытания**  
по специальной дисциплине  
**«Клеточная биология»**

**для поступления на программу подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

по научной специальности  
1.5.22 Клеточная биология

Санкт-Петербург  
2025

# СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

## Пояснительная записка

### **Цель и задачи вступительного испытания**

**Цель:** определить готовность и возможность поступающего освоить выбранную программу по научной специальности 1.5.22 Клеточная биология и выявить научные интересы, потенциальные возможности в сфере научно-исследовательской работы и выполнения квалификационной работы на соискание ученой степени.

Достижение поставленной цели предполагает решение нескольких тесно взаимосвязанных задач.

#### **Задачи:**

1. Оценить уровень теоретической подготовки абитуриента в областях клеточной биологии, цитологии, гистологии и уровень общебиологической подготовки и эрудированности.
2. Оценить имеющиеся навыки будущего аспиранта: способность к научному анализу проблем, объективной оценке литературных источников, умение выделять главное, иллюстрировать конкретными примерами, представлять научные данные, аргументировано вести дискуссию.
3. Уточнить сферу научных интересов в областях клеточной биологии, цитологии, гистологии.

### **Форма и порядок проведения вступительного испытания**

Перед вступительным испытанием проводится предэкзаменационная консультация абитуриентов в соответствии с расписанием. Экзаменационное задание содержит два теоретических вопроса в форме экзаменационного билета. После его получения абитуриент приступает к подготовке собственного решения, предъявляемого экзаменационной комиссией в формате устного публичного выступления (письменный вариант ответа (план ответа) сдается секретарю комиссии).

### **Основные требования к уровню подготовки абитуриента**

#### Абитуриент

- должен владеть системой знаний о биологии клетки, её структурной и функциональной организации, путях дифференцировки и жизненного цикла, особенностях организации клеток разных тканей и тканевой организации животных;
- иметь представление о путях эволюции основных систем и органелл клетки эукариот и их тканей;
- владеть навыками натуралистической и научно-исследовательской работы в сфере научных интересов.

## **Программа вступительного испытания (основное содержание)**

### **1. Цитология и Клеточная биология.**

Поверхностный аппарат клетки и цитоскелет.

Мембрана. Развитие представлений об организации клеточных мембран. Современное состояние проблемы; жидкостно-мозаичная модель организации мембраны.

Мембранные липиды: структура, классификация, функции.

Мембранные белки: структура, классификация, варианты расположения в мембране. Белки-переносчики и каналы. Клеточные рецепторы.

Лектины: структура, биологический эффект. Применение в практике цитологических и иммунологических исследований.

Пути передачи сигнала в клетке: сигнализация через G-белки (аденилатциклазный и фосфатидилинозитоловые пути) и тирозинкиназные рецепторы. Вторичные мессенджеры сигнальных путей. Ростовые факторы. Кальций-связывающие белки.

Организация цитоскелета. Микрофибрилярная система цитоскелета. Актин, его полимеризация и актин-связывающие белки. Морфологические формы актиновых структур в клетке; их роль в жизнедеятельности клетки. Миозин, его разновидности в клетках; структурная и функциональная характеристика.

Тубулиновая система цитоскелета (система микротрубочек). Тубулин, его полимеризация. «Ассоциированные» и моторные белки микротрубочек.

Система промежуточных филаментов.

Клеточная адгезия. Интегриновые рецепторы и их роль в клеточной адгезии. Структурно-функциональная характеристика белков клеточной адгезии. Фокальные контакты.

Постоянные межклеточные контакты.

Метаболический аппарат цитоплазмы.

Рибосомы. Организация рибосом про- и эукариотического типов.

Шероховатая эндоплазматическая сеть, ее организация и функция.

Гладкая эндоплазматическая сеть, ее морфологическая и функциональная характеристика.

Постсинтетические модификации белковых молекул. Транслокация белков через мембрану. Ко-трансляционный перенос белков в эндоплазматическую сеть, ко-трансляционное гликозилирование, упаковка (фолдинг) в эндоплазматической сети. Белки-резиденты ЭПС. Посттрансляционный транспорт белков в мембранные органеллы.

Шапероны и их роль в клеточной жизнедеятельности.

Протеасомы, их структура и функция. Внелизосомная убиквитин-зависимая деградация белков.

Аппарат Гольджи, морфологические варианты структуры и его функциональная организация. Сортировка белковых молекул в аппарате Гольджи. Гликозилирование белков в аппарате Гольджи.

Везикулярный транспорт, его функции и молекулярные механизмы. Роль окаймления клеточных пузырьков в транспортных процессах. Регуляция слияния мембран. Современные представления о фагоцитозе, пиноцитозе, и экзоцитозе. Механизм опосредованного рецепторами эндоцитоза. Рециклирование и деградация клеточных рецепторов.

Лизосомы, их структура и функциональная характеристика. Гетерофагический и автофагический цикл клетки.

Пероксисомы, их структура и функциональная характеристика. Понятие о гликосомах и гидрогеносомах.

Митохондрии, их структура и функциональная характеристика. Организация сопрягающих мембран; электрон-транспортная цепь, АТФ-синтаза.

Ядерный аппарат клетки. Сравнительная характеристика ядерного аппарата про- и эукариот.

Поверхностный аппарат клеточного ядра эукариот. Структура порового комплекса. Белки ламины. Механизмы ядерно-цитоплазматического транспорта.

Организация хромосом. Понятие об эухроматине и гетерохроматине. Уровни компактизации хроматина. Гистоны: структура, разновидности и модификации. Организация политенных хромосом и хромосом типа «ламповых щеток».

Организация ядрышка. Амплификация ядрышек, его биологическое значение. Транскрипция рибосомных цистронов. Визуализация процессов транскрипции.

Регуляция транскрипции, ее основные принципы. Синтез и созревание информационной РНК. Сплайсинг: механизм, биологическое значение. Типы сплайсинга. Процесс редактирования РНК.

Ядерный матрикс, представления о его организации.

Клеточный цикл и митоз.

Клеточный цикл. Характеристика основных этапов клеточного цикла. Механизмы регуляции клеточного цикла; роль циклинов и циклин-зависимых киназ в его регуляции.

Митоз, разнообразие его форм.

Центриоли, их организация и функция.

Митотические хромосомы, их организация. Центромеры, центромерные белки и кинетохоры.

Механизмы расхождения хромосом в митозе.

Дифференцировка клетки, апоптоз.

Понятие о клеточной дифференцировке и ее механизмах. Понятие о стволовых клетках. Явление апоптоза и его регуляция.

**2. Гистология.** Понятие о ткани. Варианты организации и классификации тканей. Теории происхождения тканей. Теория эволюционной динамики тканей акад. А.А. Заварзина.

Эпителиальные ткани. Общие признаки организации.

Кишечные эпителии позвоночных и беспозвоночных животных. Системная организация и клеточный состав кишечного эпителия млекопитающих.

Покровные эпителии позвоночных и беспозвоночных животных, их общая характеристика и классификация. Многослойные эпителии позвоночных животных и человека. Краткая характеристика типов кератинизации.

Кутикулярные эпителии беспозвоночных. Кутикулярные эпителии артроподного, аннелидного и нематодного типа.

Железистые эпителии. Типы желез и способы секреции. Общая характеристика экзокринных желез. Общая характеристика эндокринных желез. Осморегулирующие и выделительные эпителии, их основные функции и принципы организации у позвоночных и беспозвоночных животных. Почка позвоночных животных. Организация нефрона.

Особенности эволюционной динамики эпителиальных тканей.

Ткани внутренней среды, их основные функции и разновидности. Основные теории происхождения тканей внутренней среды.

Рыхлая соединительная ткань. Организация и образование внеклеточного матрикса. Организация плотной соединительной ткани позвоночных животных.

Костные и хрящевые ткани позвоночных животных.

Кровь и лимфоидная ткань. Современные теории кроветворения. Красный костный мозг. Основные клеточные элементы крови: эритроциты, лейкоциты, кровяные пластинки, их организация и функции. Тромбоциты позвоночных. Процессы свертывания крови. Участие клеток крови в защитных реакциях. Воспалительная реакция, ее характерные признаки.

Иммунная система. Общая характеристика центральных и периферических органов иммунитета. Строение тимуса, селезенки и лимфатических узлов.

Общая схема развития реакций гуморального и клеточного иммунитета.

Общая характеристика главного комплекса гистосовместимости.

T- и B-лимфоциты, их разновидности. Антиген-презентирующие клетки и их роль в иммунных реакциях.

Особенности эволюционной динамики тканей внутренней среды.

Мышечные ткани, их общая характеристика и классификация.

Поперечно - полосатая соматическая мускулатура позвоночных и беспозвоночных животных. Особенности строения, функционирования и физиологической регенерации сократимых тканей. Современные представления о процессе мышечного сокращения.

Сердечная мышечная ткань у позвоночных и беспозвоночных животных, особенности ее организации.

Гладкие мышцы беспозвоночных и позвоночных животных, организация их сократимого аппарата. 2 Особенности эволюционной динамики мышечных тканей.

Нервная ткань. Происхождение и гистогенез нервной ткани.

Нейрон – основной элемент организации нервной ткани. Организация нейрона. Межнейронные взаимодействия. Общая характеристика химических, электротонических и модуляторных синапсов. Особенности постсинаптических структур, синаптические рецепторы.

Рецепторные нервные окончания, их морфофункциональная классификация и строение.  
Нейросекреция. Организация нейросекреторных клеток.  
Глия, ее классификация и организация у позвоночных животных. Функции глиальных клеток. Нейроглиальные взаимоотношения.  
Регенерация нервной ткани.  
Современные представления о принципах организации нервных центров.  
Модульная концепция строения нервной системы.  
Особенности эволюционной динамики нервной ткани.

### Примерные вопросы

1. Строение эукариотической клетки. Отличия животной и растительной клетки.
2. Химические элементы живой природы. Биогенные элементы, микро- и макроэлементы.
3. Биомолекулы: нуклеиновые кислоты, белки, липиды, углеводы. Структура, функции, роль в клетке.
4. Плазматическая мембрана. Мозаично-текучая модель биологической мембраны. Химический состав и свойства фосфолипидного бислоя.
5. Биологические функции компонентов фосфолипидного бислоя. Гликокаликс. Клеточные контакты.
6. Мембранные белки. Классификация мембранных белков по способу ассоциации с фосфолипидным бислоем.
7. Эндоцитоз и экзоцитоз. Типы эндоцитоза. Рецептор-опосредованный эндоцитоз. Трансцитоз.
8. Сравнительная характеристика компонентов цитоскелета. Функции цитоскелета.
9. Микрофиламенты (МФ). Актин – основной компонент МФ. Полимеризация актинового волокна и разборка МФ. Белки, ассоциированные с МФ. Механизм сокращения цитомышц.
10. Микротрубочки. Роль в везикулярном транспорте. Моторные белки.
11. Промежуточные филаменты (ПФ). Строение, типы цитоплазматических ПФ. Сборка ПФ и их локализация в клетке.
12. Ядро. Строение, биологическая и эволюционная роль ядра. Эу- и гетерохроматин. Ядрышко.
13. Уровни компактизации хроматина. Репликация генома эукариот.
14. Транскрипция у эукариот. Созревание мРНК эукариот.
15. Ядерные поры. Ядерный транспорт. Сигнал ядерной локализации.
16. Рибосомы прокариот. Этапы трансляции у прокариот.
17. Рибосомы эукариот. Созревание рибосом. Этапы трансляции у эукариот.
18. Шероховатый ретикулум. Механизм сегрегации секреторных белков в люминальное пространство ШР. Сигнальная гипотеза. Ко-трансляционные ковалентные модификации белков, протекающие в ЭР.
19. Шероховатый ретикулум. Механизм синтеза трансмембранных и примембранных белков.
20. Гладкий ретикулум. Функции, роль в образовании плазматической мембраны.
21. Аппарат Гольджи. Строение, локализация в клетке, биогенез, функции.
22. Перенос белков из ЭР в АГ. Роль цитоскелета в поддержании компартментов ЭР и АГ, а также в переносе белков из ЭР в АГ. Гликозилирование и созревание N- и O-олигосахаридных цепей белков. Гликопротеины и протеогликаны.
23. Митохондрии. Субкомпарменты митохондрий, строение и функции. Цикл Кребса.
24. Участие митохондрий в поддержании гомеостаза кальция и в апоптозе. Эндосимбиотическая теория происхождения митохондрий.
25. Митохондриальный геном и белоксинтезирующая система митохондрий. Механизм передачи митохондриальных генов, гетероплазия и митотическая сегрегация.

26. Образование АТФ в митохондриях. Компоненты электронпереносящей цепи и АТФ-синтаза. Хемиосмотическая теория Митчела.
27. Лизосомы. Строение, функции, биогенез.
28. Пероксисомы. Строение и биологическая функция.
29. Цитозоль – растворимый компартмент клетки. Организация цитозоля, доказательства компартментализации цитозоля.
30. Правило N-концевой аминокислоты. Определение времени полужизни белков. Убикитин-зависимый протеолиз. Протеасомы.
31. Общие свойства эпителиев. Онто- и филогенетическая классификация эпителиев.
32. Морфологическая и функциональная классификация эпителиев.
33. Железистые эпителии. Классификация желез. Секреторный цикл. Типы секреции.
34. Кишечные эпителии позвоночных животных.
35. Общие свойства и классификация кожных эпителиев. Погруженные, однослойные и многослойные эпителии.
36. Многослойные кожные эпителии млекопитающих. Организация и физиологическая регенерация. Кератинизация.
37. Рыхлая соединительная ткань. Клеточный состав. Строение и функции.
38. Опорные скелетные ткани. Классификация. Плотная соединительная ткань.
39. Хрящевая ткань. Классификация, строение и функции у позвоночных животных.
40. Костная ткань. Классификация, строение и функции у позвоночных животных.
41. Кровь млекопитающих. Классификация форменных элементов крови. Эритроциты, их строение и функции.
42. Центральные органы кроветворения. Строение и функции красного костного мозга.
43. Центральные органы кроветворения. Строение и функции тимуса.
44. Периферические органы кроветворения. Общая характеристика и классификация мышечных тканей.
45. Строение поперечнополосатой мышечной ткани, образованной симпластическими волокнами на примере млекопитающих.
46. Гладкие мышцы позвоночных. Сократимые единицы.
47. Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань млекопитающих.
48. Микроскопическое и субмикроскопическое строение нейрона. Ток нейроплазмы. Нейросекреторные клетки.
49. Классификации нервных клеток (морфологическая, функциональная, по типу медиатора).
50. Синапсы: общая характеристика, классификация, тонкое строение.
51. Рецепторные нервные окончания, рецепторы. Классификация, строение.
52. Нейроглия. Классификация, строение и функции.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Быков В.Л. Цитология и общая гистология. СПб, Сотис. 1999.
2. Гистология, цитология и эмбриология (под ред проф. Ю.И. Афанасьева и проф. Н.А.Юриной). М., Медицина.1999.
3. Заварзин А.А. Основы сравнительной гистологии. Л., ЛГУ. 1985.
4. Заварзин А.А. Сравнительная гистология. СПб, СПбГУ. 2000.
5. Заварзин А.Д., Харазова А.Д., Молитвин М.Н. Биология клетки (общая цитология). СПб, 1992.
6. Крстич Р. В. Иллюстрированная энциклопедия по гистологии человека. СПб, Сотис. 2001.
7. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. М., Мир. 2000.
8. Руководство по гистологии. Т 1,2. СПб, Спецлит. 2001.
9. Хэм А., Кормак Д. Гистология. Т 1-5, М. Мир. 1983.
10. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. Учебник по направлению 510600 "Биология" и биол. специальностям. М.: Академкнига, 2005.
11. Ярилин А.А. Основы иммунологии. М, Медицина. 1999.

12. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. Т. 1-3, М: Мир, 1994.
13. Уилсон Дж., Хант Т., Молекулярная биология клетки. Сборник задач. М: Мир, 1994.
14. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Т. 1-3, М: Мир, 1987.
15. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 1-3, М: Мир, 1990.
16. История биологии. п/ред. Микулинского С.Р., в 2-х томах. М: Наука, 1972.

### Критерии оценивания ответа

<b>9-10 баллов</b>	Отличное владение понятиями и терминологией современной клеточной биологии, цитологии и гистологии, умелое использование фактического материала. Абитуриентом показаны знания фундаментальных понятий, принципов и основ клеточной биологии и гистологии. Ответ на вопрос аргументирован и обоснован, приведены убедительные примеры. В ходе вступительного испытания абитуриент ответил на дополнительные и уточняющие вопросы. Общая хорошая эрудиция абитуриента. Показаны хорошие знания методик, методов и оборудования для их осуществления в рамках программы вступительного испытания. Показаны хорошие знания современных направлений развития в областях клеточной биологии, цитологии и гистологии. Знание современных методов обработки, систематизации и интерпретации знаний в области клеточной биологии, цитологии и гистологии. Показано представление о фундаментальных работах и публикациях периодической печати в избранной области клеточной биологии, цитологии и гистологии. Абитуриентом показаны навыки владения исследовательским аппаратом применительно к области специализации и сфере деятельности.
<b>8-7 баллов</b>	Допущены незначительные ошибки в терминологии и при использовании фактического материала. Ответ на вопрос аргументирован и обоснован, но имеет неточности; не приведены примеры, либо примеры не полностью соответствуют теме вопроса. В ходе вступительного испытания абитуриент ответил на дополнительные и уточняющие вопросы. Абитуриентом показаны знания фундаментальных понятий, принципов и основ. Общая хорошая эрудиция абитуриента. Показаны общие знания методик, методов и оборудования для их осуществления в рамках программы вступительного испытания.
<b>6-5 баллов</b>	Абитуриент владеет знанием общей терминологии и основными понятиями. Неполно раскрыта проблематика вопроса. Слабая общая эрудиция абитуриента. В ходе вступительного испытания абитуриент не ответил на дополнительные и уточняющие вопросы. Абитуриентом показаны знания фундаментальных понятий, принципов и основ клеточной биологии, цитологии и гистологии.
<b>4 баллов</b>	Допущены ошибки в терминологии, показаны общие знания в рамках заданного вопроса, отсутствует либо имеет ошибки фактический материал, ответ слабо аргументирован. В ходе вступительного испытания абитуриент не ответил на дополнительные и уточняющие вопросы.
<b>3 балла</b>	Абитуриент не владеет основными понятиями, либо допускает серьезные ошибки в терминологии, допускает неверное толкование проблем. Ответ далек от поставленного вопроса, плохо

	аргументирован, отсутствует фактический материал. Слабая общебиологическая эрудиция абитуриента.
--	--

**Разработчики:**

Атаев Геннадий Леонидович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и генетики;

Прохорова Елена Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры зоологии и генетики.

Токмакова Арина Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и генетики;