



**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии»  
имени академика Г.А. Илизарова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России



**УТВЕРЖДАЮ**

**Исполняющий обязанности  
директора ФГБУ «НМИЦ ТО  
имени академика Г.А. Илизарова»  
Минздрава России**

**А.В. Бурцев**  
«30» \_\_\_\_\_ 2022 год

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«Клеточная биология»**

**по научной специальности 1.5.22. Клеточная биология**

Программа вступительных испытаний по специальной дисциплине «Клеточная биология» по научной специальности 1.5.22. Клеточная биология составлена в объеме требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и магистратуры по соответствующей специальности.

Программу разработали: д.б.н., доцент Стогов М.В., к.б.н. Т.А. Силантьева

Программа обсуждена на заседании учебного отдела ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 6/22 от 29.03.2022 г).

Руководитель учебного отдела  
д.м.н. профессор



Солдатов Ю.П.

## Введение

Вступительные испытания проводятся для оценки теоретической подготовленности абитуриента и демонстрации навыков к выполнению профессиональных задач по научной специальности 1.5.22. Клеточная биология. Претендент на поступление в аспирантуру должен показать владение общими профессиональными компетенциями:

владеть современными информационными технологиями, уметь анализировать социально-значимые проблемы, обладать способностями и иметь готовность к организации и ведению научно-исследовательской деятельности по избранной научной специальности, выполнять анализ и оформление полученных результатов, представлять их в виде рефератов и отчетов, участвовать в подготовке научных публикаций;

иметь фундаментальную научную подготовку, представлять исторические этапы и перспективы развития клеточной биологии цитологии и гистологии, роль отечественных ученых в ее современных достижениях; знать основные положения клеточной теории и учения о тканях, теории происхождения, эволюции и классификацию тканей, молекулярно-биологические и клеточные основы полового размножения организмов, морфологию органов и систем – опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой, эндокринной и нервной систем, органов пищеварения, дыхания, выделения и размножения.

Вступительные испытания проводятся в форме устного экзамена по экзаменационным билетам, которые содержат три вопроса.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится испытуемому, показавшему владение специальной терминологией, всесторонние и глубокие теоретические знания и умения, в полной мере соответствующие требованиям к базовому уровню подготовки аспиранта, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала при решении профессиональных задач, подтвердившему полное освоение требуемых компетенций дисциплины, возможно допущение незначительных неточностей.

Оценка «хорошо» ставится испытуемому, показавшему теоретические знания и умения, в целом соответствующие базовым требованиям к уровню подготовки аспиранта, обнаружившему стабильный характер знаний и умений, способность к их самостоятельному обновлению в ходе решения профессиональных задач, в целом подтвердившему освоение требуемых компетенций дисциплины, допустившему некоторые неточности в изложении материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится испытуемому, показавшему уровень теоретических знаний и умений в объеме, минимально необходимом для решения профессиональных задач, допустившему неточности в ответах, свидетельствующие о необходимости корректировки со стороны экзаменатора, подтвердившему освоение требуемых компетенций дисциплины на допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» ставится испытуемому, показавшему самое общее представление о рассматриваемом вопросе, обнаружившему существенные пробелы в знании основного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении знаний, которые не позволяют ему приступить к решению профессиональных задач без дополнительной подготовки, не подтвердившему освоение компетенций.

**Программа для подготовки к экзамену  
по специальной дисциплине «Клеточная биология»**

**Общие вопросы развития клеточной биологии**

Этапы развития клеточной биологии в качестве научной дисциплины. Роль клеточной теории в развитии гистологической науки. Предмет изучения клеточной биологии. Клеточная теория и ее значение. Понятие ткани в биологии, современные классификации и теории происхождения тканей. Современные научные подходы к исследованию клеток и тканей (морфофункциональный, экспериментальный, молекулярно-генетический). Роль работ Т. Шванна, Р. Гука, Я. Шлейдена, Я. Пуркинье Р. Вирхова, И.И. Мечникова, Н.К. Кольцова, А.А. Максимова, А.А. Заварзина, А.Я. Фриденштейна в развитии клеточной биологии, цитологии, гистологии. Этические аспекты планирования и выполнения экспериментальных исследований в биологии.

**Методы исследования в клеточной биологии**

Световая микроскопия. Разнообразие методов гистологической фиксации биологических объектов и способов их уплотнения (заливки). Изготовление гистологических срезов с использованием микротомов. Химические основы окрашивания тканевых срезов, отпечатков и мазков биологических жидкостей. Современные методы выявления клеточных и тканевых компонентов – иммуноцитохимия и иммуногистохимия. Виды микроскопического исследования (в проходящем и отраженном свете, фазово-контрастная микроскопия, интерференционная микроскопия, люминесцентная микроскопия).

Электронная микроскопия. Способы подготовки биологических образцов для электронно-микроскопического исследования. Общие правила и условия химической фиксации и контрастирования тканей. Эпоксидные смолы и водорастворимые заливочные среды для электронной микроскопии. Основные принципы ультрамикротомирования и конструкция микротомов. Физические основы электронно-микроскопического исследования, особенности конструкции трансмиссионного и сканирующего электронного микроскопов.

**Клеточная биология**

Основные структурные компоненты клеток эукариот. Строение и химический состав цитоплазматической мембраны. Цитоплазматический транспорт макромолекул и низкомолекулярных соединений. Механизмы фагоцитоза. Типы мембранных межклеточных взаимодействий (контактов). Роль взаимосвязей гликокаликса цитоплазматической мембраны и внеклеточного матрикса в регуляции клеточной дифференцировки. Характеристика процессов внутриклеточной адаптации и регенерации.

Структура интерфазного ядра (ядерная оболочка, кариоплазма, хроматин, ядрышко). Структурно-функциональная характеристика ядерных мембран в составе оболочки ядра, их взаимодействие с эндоплазматическим ретикулумом. Структурно-функциональная характеристика хроматина, роль ядерных белков в регуляции его метаболической активности. Значение эухроматина и гетерохроматина. Структурная организация и локализация хромосом. Строение и функция ядрышек.

Организация микрофибрилярного цитоскелета. Определение и классификация органоидов (органелл) эукариотической клетки. Структурные особенности рибосом и полисом, их роль в биосинтезе белковых молекул. Особенности строения и функции гранулярной и гладкой эндоплазматической сети. Строение и функции комплекса Гольджи. Виды лизосом (первичные, вторичные, аутофагосомы, гетерофагосомы, пероксисомы), их структурные, функциональные особенности, роль в клеточном цикле. Происхождение, особенности организации митохондрий и их роль в образовании АТФ путем окислительного фосфорилирования. Определения и классификация органелл специального назначения (миофибриллы, микроворсинки, реснички, жгутики, включения).

Характеристика основных фаз и механизмов регуляции клеточного цикла. Митотическое деление клеток. Механизмы и биологическая роль мейоза. Формы клеточной гибели – некроз, апоптоз и аутофагия.

### **Общая гистология**

Общая характеристика, морфологическая классификация, гистогенез и регенерация эпителиев.

Клеточный состав крови. Кроветворные органы в различных периодах онтогенеза. Современные представления о гемопоэзе, стволовых клетках и кроветворных дифферонах.

Морфологические, функциональные особенности рыхлой и плотной соединительной тканей, их локализация в организме. Соединительные ткани со специальными свойствами. Сходство и различия структурной организации, химического состава матрикса различных видов соединительных тканей. Представления о стволовых и мультипотентных стромальных клетках.

Скелетные (опорные) ткани. Различные виды костной и хрящевой тканей. Остеобластический и хондробластический диффероны. Особенности химического состава костного и хрящевого матрикса. Гистогенез и особенности репаративной регенерации костной и хрящевой тканей.

Мышечные ткани (гладкая, поперечно-полосатая, сердечная). Гистогенез мышечных тканей. Особенности цитоархитектоники мышечного волокна и кардиомиоцита. Механизмы мышечного сокращения. Особенности регенерации скелетной и сердечной мышечной ткани.

Морфофункциональная характеристика нервной ткани. Классификация нервных клеток в связи с их строением и функциями. Нейроглия – классификация, строение и функции, взаимосвязь с нейронами. Особенности строения мякотных и безмякотных нервных волокон. Структурная организация синаптических контактов и механизмы проведения нервного импульса. Гистогенез, регенерация и дегенерация нервной ткани.

### **Частная гистология**

Периферическая нервная система. Морфофункциональная характеристика спинномозговых и вегетативных ганглиев. Пре- и постганглионарные нервные волокна. Гистологическое строение периферических нервов. Реакция нервных проводников на повреждение, возможности регенерации нерва. Общая характеристика и классификация нервных окончаний. Морфофункциональные особенности рецепторных (чувствительных) и эффекторных нервных окончаний. Понятие о рефлекторной дуге.

Центральная нервная система. Общая характеристика нервных узлов. Гистоструктура спинного мозга. Морфофункциональные особенности серого и белого вещества, ядра серого вещества спинного мозга. Цитоархитектоника слоев коры больших полушарий головного мозга, ее модульная организация. Гистоструктура мозжечка. Гемато-энцефалический барьер, его строение и функции. Морфофункциональная характеристика оболочек спинного и головного мозга.

Общая морфологическая характеристика органов сенсорной системы (зрения, обоняния, слуха, вкуса и равновесия). Общие принципы клеточной организации рецепторных отделов органов чувств. Нейросенсорные и сенсоэпителиальные рецепторные клетки.

Морфологическая характеристика органов сердечно-сосудистой системы. Гистологическое строение сосудистой стенки (артерии, вены, капилляра) в связи с гемодинамическими особенностями отделов кровеносного русла. Регенерация и возрастные изменения сосудов. Структура стенки сердца, его оболочек, их тканевой состав. Внутриорганные сосуды сердца. Морфо-функциональная характеристика проводящей системы сердца. Особенности кровоснабжения и регенерации миокарда.

Морфологическая характеристика органов кроветворения и иммунной защиты. Источники и этапы формирования органов кроветворения в онтогенезе. Гистологическое

строение костного мозга, тимуса, селезенки, органов лимфоидной системы. Клеточные основы воспалительной реакции, роль клеточных элементов специфического и неспецифического иммунитета в процессе заживления ран.

Морфологическая характеристика органов пищеварительной системы. Морфология органов ротовой полости (губы, язык, зубы). Общие принципы строения стенок органов пищеварительного канала. Гистологическое строение желудка, тонкого и толстого кишечника. Особенности гистологической структуры и функций слизистой оболочки в различных отделах пищеварительной системы. Морфофункциональные особенности кишечной ворсинки. Железы пищевода, желудка. Особенности строения экзокринного отдела поджелудочной железы, ацинарные клетки.

Общие принципы морфофункциональной организации печени. Гистоструктура печеночной дольки (классическая, портальная). Гистологическое строение стенки желчного пузыря. Физиологическая и репаративная регенерация печени.

Основные характеристики гистоструктуры и функций эндокринных органов (гипофиз, гипоталамус, эпифиз, щитовидная и паращитовидные железы, надпочечники). Эндокринная часть (островки) поджелудочной железы. Гистологические структуры, обеспечивающие эндокринную функцию гонад (семенников, яичников).

Морфофункциональная характеристика органов дыхательной системы. Трахея, микроскопическое строение ее стенки. Гистоструктура бронхов и бронхиол, лимфоидная ткань в стенке бронхов. Ацинус – морфофункциональная единица легкого. Гистологическое строение стенки альвеолы, различные типы клеток в ее составе.

Морфологическая характеристика тканевого состава кожного покрова. Гистоструктура и основные типы клеток эпидермиса. Сосочковый и сетчатый слои дермы, их тканевой и клеточный состав. Железы и придатки кожи, их строение и гистофизиология. Регенерация кожи. Гистоструктура волосяного фолликула. Строение и рост ногтей.

Морфология органов выделительной системы. Нефрон - морфофункциональная единица почки. Гистологическая структура и ультраструктура различных отделов нефрона в связи с этапами мочеобразования. Клеточный состав и функции юкстагломерулярного аппарата. Механизмы фильтрации крови в капсуле нефрона почки. Гистологическое строение стенок почечных чашечек и лоханки, мочеточников, мочевого пузыря.

Морфологическая характеристика системы половых органов. Гистогенез яичка и семявыносящих путей. Гистологическая структура яичка. Гистофизиология извитых, прямых канальцев, выносящих канальцев яичка, семявыносящих протоков. Цитологическая характеристика основных фаз сперматогенеза, роль клеток Сертоли. Гематотестикулярный барьер. Гистологическая характеристика добавочных желез мужской половой системы, предстательной железы. Женские половые органы. Гистоструктура коркового и мозгового вещества яичника. Этапы оогенеза, отличия оогенеза от сперматогенеза. Овариальный цикл и его гормональная регуляция. Возрастные изменения яичника. Морфофункциональная характеристика матки, маточных труб, влагалища. Изменения гистоструктуры матки во время беременности и менструального цикла. Тканевая организация молочной железы. Изменения молочных желез в ходе овариально-менструального цикла, при беременности, их возрастная инволюция.

**Примерный перечень вопросов к вступительному экзамену  
по научной специальности 1.5.22. Клеточная биология**

1. Определение гистологии в качестве научной дисциплины. Связь гистологии с другими разделами биологических наук. Предмет изучения гистологии, цитологии, клеточной биологии.
2. Основные этапы развития гистологии, цитологии, клеточной биологии. Этапы развития клеточной теории в гистологии.
3. Основные методы, применяемые при изучении тканевого и клеточного уровня организации живых организмов. Техническое оснащение современной гистологической лаборатории.
4. Основные принципы гистологической обработки тканей и изготовления гистологических препаратов для светооптического микроскопического и электронно-микроскопического исследования
5. Виды микроскопического исследования; принципы действия и конструктивные особенности современной микроскопической техники.
6. Общие представления об основных структурных компонентах клеток эукариот. Функция клеточного ядра. Виды клеточных включений и внеклеточных структур в качестве производных клеток.
7. Строение и химический состав плазматической мембраны. Общая характеристика межклеточных взаимодействий. Механизмы транспорта макромолекул через цитоплазматическую мембрану. Эндоцитоз, экзоцитоз, фагоцитоз - их механизмы и значение.
8. Характеристика основных органоидов (органелл) клетки. Мембранные и немембранные органеллы. Организация цитоскелета.
9. Общие представления о клеточном цикле. Стадии митоза и их отличительные особенности. Различные формы патологии митоза. Механизмы и биологическое значение мейоза.
10. Основные виды клеточной гибели – апоптоз и некроз. Их механизмы и сопоставление морфологических признаков.
11. Современное учение о тканях, определение понятия «ткань» в биологии. Классификация тканей на основе сравнительного анализа их строения и функций. Представления о физиологической и репаративной регенерации тканей.
12. Определение понятий «клеточная популяция» и «дифферонная организация» тканей. Стволовые клетки, механизмы и направления их дифференциации. Неклеточные структуры - сицитии и симпласты.
13. Общая характеристика эпителиальных тканей и их классификация. Особенности гистологического строения покровных и железистых эпителиев.
14. Общая характеристика тканей внутренней среды (кровь, лимфа). Современные представления и историческое развитие учения о гемопоэзе. Роль микроокружения в регуляции гемопоэза. Клетки крови, их строение и функции. Лейкоцитарная формула.
15. Гистологические особенности и локализация видов собственно соединительной ткани (рыхлой, плотной, со специальными свойствами). Морфологические и функциональные особенности клеток. Гистоструктурная характеристика и химический состав межклеточного вещества соединительных тканей.
16. Гистогенез и разновидности скелетных (опорных) тканей. Физиологическая и репаративная регенерация костной ткани. Представления об особенностях гистоструктуры и регенерации различных видов хрящевой ткани.
17. Морфологическая характеристика и классификация разновидностей мышечной ткани. Скелетная и сердечная мышечная ткань. Гладкая мышечная ткань. Их значение, расположение и функции.

18. Морфофункциональная характеристика саркомера. Механизмы мышечного сокращения. Регенерация скелетной мышечной ткани.
19. Общие представления об организации нервной ткани. Классификация и морфологическая характеристика нейронов. Понятие о синапсе. Строение и функции нейроглии. Особенности структуры мягкотных и безмякотных нервных волокон. Регенерация и дегенерация нейронных отростков.
20. Основные гистоструктурные компоненты нервной дуги. Общая морфологическая характеристика нервного узла, спинного мозга, головного мозга, мозжечка.
21. Общая гистологическая характеристика отделов симпатической и парасимпатической нервной системы. Гистологическое строение ганглиев.
22. Общая морфофункциональная характеристика нервных окончаний, их классификация и строение.
23. Гистоструктурная характеристика строения и классификация органов сенсорной системы (равновесия, обоняния, вкуса, слуха, зрения. Особенности строения клеток-рецепторов.
24. Общая характеристика сердечно-сосудистой системы. Гистологическое строение артерии, вены, капилляра. Морфологическая характеристика строения сердца и его оболочек.
25. Морфологическая характеристика иммунокомпетентных органов (селезенка, тимус, лимфатический узел).
26. Гистологическое строение, функции и особенности васкуляризации костного мозга. Красный и желтый костный мозг. Роль костного мозга в регенерации костной ткани.
27. Гистоструктурные основы защитных реакций организма - воспаления и репарации. Репаративная регенерация тканей, ее значение, типы и механизмы.
28. Гистологическое строение яичка. Основные фазы сперматогенеза и их цитофизиологическая характеристика.
29. Характеристика гистоструктуры яичника. Этапы оогенеза. Гистологическое строение фолликула.
30. Циклические изменения органов женского генитального тракта (маточные трубы, матка, влагалище) и их гормональная регуляция.
31. Строение молочных желез, их эндокринная регуляция и гистоструктурные особенности в период лактации.
32. Гистологическое строение и функции амниона, аллантоиса и желточного мешка у человека.
33. Характеристика основных этапов эмбриогенеза у человека.
34. Морфологическая характеристика и основные функции желез внутренней секреции (эндокринных) гипофиза, гипоталамуса, эпифиза.
35. Морфологическая характеристика и основные функции желез внутренней секреции (эндокринных): щитовидная и паращитовидная железы, надпочечники, островковый аппарат поджелудочной железы, эндокринная часть гонад.
36. Гистоструктурные и морфофункциональные особенности желез внешней секреции (экзокринных) – молочных, потовых, сальных, слюнных.
37. Краткая гистологическая характеристика органов наддиафрагмальной части пищеварительной системы: губа, ротовая полость, язык, зубы, пищевод.
38. Гистологическое строение желудка и его желез.
39. Гистологические особенности строения стенок и желез кишечника в различных его отделах.
40. Гистологическое строение экзокринного отдела поджелудочной железы. Гистоструктура печеночной дольки, особенности и источники регенерации печени.

41. Морфофункциональная характеристика, тканевой и клеточный состав внелегочных воздухоносных путей (носовая полость, гортань, трахея).
42. Морфофункциональная характеристика стенок бронха и бронхиолы, альвеолы легкого, плевры.
43. Гистологическая характеристика тканей в составе кожного покрова. Строение и гистофизиология желез и придатков кожи.
44. Гистоструктура коркового и мозгового вещества почки. Гистологическое строение нефрона.
45. Гистологическое строение стенок мочевыводящих путей (почечные чашечки, лоханки, мочеточники, мочевого пузыря).

### Перечень рекомендованной литературы

#### Основная литература

1. Быков В.Л. Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека. : учебник для студентов мед. ин-тов. СПб. : СОТИС, 2011. 519 с.
2. Быков В.Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека : учеб. пособие / В. Л. Быков. - 6-е изд. - СПб. : СОТИС, 2012. - 224 с.
3. Быков В.Л. Частная гистология человека (краткий обзор. курс) : учебник / В. Л. Быков. - СПб. : СОТИС, 2011. - 300 с.
4. Быков В.Л., Юшканцева С. И. Гистология, цитология и эмбриология : атлас. М. : Изд. группа "ГЭОТАР- Медиа", 2012. - 293 с.
5. Гистология: схемы, таблицы и ситуационные задачи по частной гистологии человека : учебное пособие / С. Ю. Виноградов, С.В. Диндяков, В.В. Криштоп и др. //М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. 181 с.
6. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский и др.; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. 800 с.
7. Гистология, цитология и эмбриология. Атлас: учебное пособие /В.В. Гемонов, Э.Н. Лаврова; под ред. С.Л. Кузнецова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 168 с.
8. Никитин А. Ф., Адоева Е.Я., Захаркив Ю.Ф. и др. Биология клетки: учебное пособие. - СПб. : Спец Лит, 2014. - 166 с.
9. Руководство по гистологии / под редакцией Р.К Данилова. СПб.: «СпецЛит», 2011. 830 с.
10. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас: учебное пособие/ Банин В.В. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015.

#### Дополнительная литература

11. Гистология, цитология и эмбриология / Под ред проф. Ю.И. Афанасьева и проф. Н.А.Юриной // М., Медицина. 2004. 768 с.
12. Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Под ред. Э.Г. Улумбекова, Ю.А. Чельшева // М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 408 с.
13. Заварзин А.А. Сравнительная гистология / ред. О. Г. Строева. СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2000. - 518 с.
14. Заварзин А.Д., Харазова А.Д., Молитвин М.Н. Биология клетки (общая цитология). СПб. СПбГУ. 1992. 320 с.
15. Клетки. / Ред. Б.Льюин. М. Бином. 2011. 951 с.
16. Кузнецов С.Л., Мушкабаров Н.Н., Горячкина В.Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. М.:МИА, 2002. 373 с.
17. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии : Учебное пособие / С.Л. Кузнецов, М.К. Пугачев // М.: Медицинское информационное агенство, 2004. - 432 с. Педагогика и психология высшей школы / Отв. ред. С.И. Самыгин. Ростов-на-Дону:Феникс, 1998. 544 с.
18. Молекулярная биология клетки. С задачами Джона Уилсона и Тима Ханта. (В 3-х т). М.-Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика". 2013. 2765 с.
19. Мышечные ткани : Учеб. пособие для вузов / Е.А. Шубникова, Н.А. Юрина, Н.Б. Гусев и др; Ред. Ю.С. Ченцов. М. : Медицина, 2001. 240 с.
20. Попов Б.В. «Введение в клеточную биологию стволовых клеток». Учеб.-методич. Пособие. СПб: СпецЛит, 2010. 319 с.
21. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / ред. : К. Уилсон, Дж. Уолкер. - пер. с англ.-6-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 848 с.
22. Хэм А., Кормак Д. Гистология. Т 1-5, М. Мир. 1983.
23. Ченцов Ю.С. Цитология с элементами целлюлярной патологии. Учеб. пособие для ун-тов. М.: Медицинское информ. Агентство, 2010. 361 с.