

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ
А. С. Воронцов



20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Клеточная биология

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение 2024.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, входит в блок «Общепрофессиональные дисциплины» раздела учебного плана: Базовая часть. Изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Клеточная биология» позволяет получить базовые теоретические знания структурных и функциональных характеристик всех субклеточных структур и комплексов, ответственных за работу таких клеточных систем, как ядро, биосинтетическая система, плазматическая мембрана, система энергетического обеспечения деятельности клетки (митохондрии и пластиды), стато-кинетическая система (цитоскелет); а также структуры и механизмы размножения клеток, принципы регуляции этих процессов, пути повреждения, деградации и регенерации клеточных компонентов, физиологические и структурные аспекты клеточной гибели, включая разные варианты регулируемой клеточной смерти.

Рассматриваются структурная организация, молекулярный состав и функциональные характеристики различных клеточных органелл, образуемых ими внутриклеточных компартментов, а также субкомпартментов и субдоменов в составе самих органелл. Рассматриваются базовые механизмы таких процессов, как репликация ДНК, транскрипция, трансляция, окислительное фосфорилирование, фотосинтез и участие клеточных компонентов в этих процессах, структурные и физиологические характеристики клеточных компонентов в ходе митоза и мейоза, а также таких вариантов регулируемой клеточной гибели, как апоптоз, аутофагическая гибель и некроптоз.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин и практикумов: «Гистология», «Физиология», «Генетика», «Биохимия», «Молекулярная биология», специальные курсы, практики, выполнение ВКР.

2. Входные требования

Для освоения курса достаточно знаний по биологии программы среднего общего образования.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1. Способен	ОПК-1.12.	Знает:

<p>применять знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы</p>	<p>Использует знания о структурной организации клеток и их пластических возможностях для решения фундаментальных задач клеточной биологии в лабораторных условиях.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • молекулярные и структурно-функциональные характеристики клеточных органелл и их систем, а также принципы работы механизмов размножения клеток, их дифференцировки, старения и гибели, роль ключевых регуляторных систем в реализации этих процессов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать полученные знания для применения в области молекулярной и клеточной биологии, гистологии и эмбриологии, а также смежных областях биологии; <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализа и интерпретации основных понятий в области клеточной биологии.
<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности,</p>	<p>ОПК-2.14. Анализирует и интерпретирует результаты цитологических исследований.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы, применяемые в клеточной биологии, • принципы идентификации изображения клеточных структур на гистологических и цитологических препаратах,

<p>используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности</p>		<ul style="list-style-type: none"> • способы идентификации микрофотографий, полученных различными методами световой и электронной микроскопии и умеет определять по изображению на микрофотографии использованный метод. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно приобретать новые знания, используя современные информационные технологии; • читать и анализировать учебную и научную литературу по клеточной биологии и смежным областям знания, в том числе на иностранном языке. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретации и анализа результатов цитологических исследований.
--	--	---

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 4 з.е. (144 ак.ч), из них 90 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 36 ак.ч) и на занятиях семинарского типа (лабораторные занятия - 54 ак.ч). Самостоятельная работа обучающихся – 54 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен (1 семестр).

5. Форма обучения - очная

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего, ак.ч.	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, ак.ч.			Самостоятельная работа обучающегося, ак.ч.
		Занятия лекционного типа (Лекции)	Занятия семинарского типа (Лабораторные занятия)	Всего	
<u>Раздел 1</u> Предмет клеточной биологии. Тема 1. Клеточная теория. Тема 2. Методы клеточной биологии.	6	2	3	5	3
<u>Раздел 2.</u> Структурно-функциональная характеристика ядра. Тема 1. Организация интерфазного ядра. Тема 2. Типы ядерной ДНК. Репликация ДНК. Тема 3. Хроматин интерфазного ядра. Тема 4. Уровни компактизации хроматина и хромосом. Модели строения хромосом. Кариотип. Тема 5. Ядерный белковый матрикс.	11	4	5	9	6
<u>Раздел 3.</u> Субъдомены ядра. Тема 1. Транскрипция и ядерные транскрипты. Тема 2. Варианты субъдоменов ядра. Тема 3. Ядрышко - структура и функции. Тема 4. Хромосомные территории.	6	2	3	5	3
<u>Раздел 4.</u> Ядерная оболочка. Тема 1. Структура ядерной оболочки. Ламина. Поровые	6	2	3	5	3

комплексы. Тема 2. Механизмы ядерно-цитоплазматического транспорта.					
<u>Раздел 5.</u> Мембранные компоненты клетки. Тема 1. Свойства биологических мембран. Тема 2. Химический состав и строение плазматической мембраны. Тема 3. Транспорт через плазматическую мембрану низко-молекулярных соединений.	11	4	5	9	6
<u>Раздел 6.</u> Эндоцитоз. Тема 1. Транспорт высокомолекулярных соединений. Тема 2. Фагоцитоз.	6	2	3	5	3
<u>Раздел 7.</u> Клеточные взаимодействия. Тема 1. Клеточная адгезия. Белки адгезии. Тема 2. Специализированные клеточные контакты.	6	2	3	5	3
<u>Раздел 8.</u> Синтез и топогенез белков. Тема 1. Механизм синтеза белка – трансляция. Тема 2. Синтез белков в гранулярном эндоплазматическом ретикулуме. Тема 3. Аппарат Гольджи – структура и функции. Тема 4. Везикулярный транспорт. Тема 5. Экзоцитоз. Тема 6. Гладкий эндоплазматический ретикулум – морфология и функции	6	2	3	5	3
<u>Раздел 9.</u> Клеточные системы деградации. Тема 1. Аутофагия. Тема 2. Лизосомы. Тема 3. Протеасомы и убиквитилирование	6	2	3	5	3

<p><u>Раздел 10. Системы энергообеспечения клеток:</u> гликолиз, аэробное окисление и фотосинтез. Тема 1. Гликолиз. Тема 2. Митохондрии. Окислительное фосфорилирование. Тема 3. Фотосинтез. Строение хлоропласта и его функции. Тема 4. Биогенез митохондрий и хлоропластов.</p>	7	2	4	6	3
<p><u>Раздел 11. Компоненты цитоскелета.</u> Тема 1. Актиновые микрофиламенты. Тема 2. Моторные белки - миозины. Тема 3. Промежуточные филаменты. Тема 4. Микротрубочки. Тема 5. Моторные белки – кинезины и динеины. Тема 6. Центросома. Тема 7. Реснички и жгутики.</p>	6	2	3	5	3
<p><u>Раздел 12. Митоз.</u> Тема 1. Фазы митоза. Тема 2. Митотическое веретено. Тема 3. Механизмы движения хромосом. Тема 4. Механизм цитокинеза. Тема 5. Особенности митоза растительных клеток. Тема 5. Типы митотического деления. Тема 6. Варианты патологических митозов</p>	7	2	4	6	3
<p><u>Раздел 13. Мейоз.</u> Тема 1. Фазы мейоза при оогенезе и сперматогенезе. Тема 2. Характеристика стадий профазы I мейоза.</p>	6	2	3	5	3
<p><u>Раздел 14. Регуляция клеточного цикла.</u> Тема 1. Характеристика фаз клеточного цикла. Тема 2. Эндогенная регуляция клеточного цикла. Тема 3. Экзогенные регуляторы клеточного</p>	6	2	3	5	3

цикла.					
<u>Раздел 15. Клеточная гибель.</u> Тема 1. Основные понятия клеточной гибели, классификация. Тема 2. Признаки и механизмы апоптоза. Тема 3. Аутофагическая гибель клеток. Тема 4. Некроптоз.	6	2	3	5	3
<u>Раздел 16. Особенности строения и функционирования растительных и бактериальных клеток.</u> Тема 1. Растительные клетки. Особенности строения цитоскелета. Строение клеточной стенки. Пластиды. Плазмодесмы. Тема 2. Бактериальные клетки: строение, молекулярный состав и строение клеточной стенки, строение базального тела и жгутика.	6	2	3	5	3
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен					
Итого:	108	36	54	90	54

6.2. Содержание дисциплины по разделам

Раздел 1. Предмет клеточной биологии.

Тема 1. Клеточная теория.

Определение понятия «Клетка». Гомологичность клеток; прокариотические и эукариотические клетки; многоклеточные организмы, состоящие из клеток, объединенных в функциональные системы и связанные друг с другом с помощью молекулярной регуляции. Понятие тотипотентность ядер клеток многоклеточного организма, эпигенетика и дифференцировка клеток многоклеточного организма. Митоз как способ сегрегации хромосом и деления клеток эукариотов. Функциональные системы клетки: ядро – система хранения, воспроизведения и реализации генетической информации; биосинтетическая система - система синтеза и топогенеза биополимеров; митохондрии и хлоропласты – системы энергообеспечения клеток; цитоскелет – опорно-двигательная система. Центральная догма молекулярной биологии.

Тема 2. Методы клеточной биологии.

Световая и электронная микроскопия, флуоресцентная микроскопия, цитохимическое окрашивание и иммуно-цитохимическое окрашивание (мечение) клеток, радиоавтография, молекулярная гибридизация, метод FISH, культура клеток, клеточная гибридизация, видеомикроскопия; связь клеточной биологии с

молекулярной биологией, генетикой, биохимией и биофизикой; практическое применение достижений клеточной биологии.

Раздел 2. Структурно-функциональная характеристика ядра.

Тема 1. Организация интерфазного ядра. Хромосомный цикл.

Структура хроматина и химический состав. Строение хромосом. Понятие о клеточном цикле. Краткая характеристика фаз клеточного цикла. Хромосомный цикл и клеточный цикл.

Тема 2. Ядерная ДНК.

Типы ДНК. Репликоны. Механизм репликация ДНК. Механизм работы топоизомераз. Репликация теломерных районов хромосом, функция теломеразы. Полиплоидия. Варианты полиплоидизации клеток. Понятия эуплоидности и анеуплоидности.

Тема 3. Уровни компактизации хроматина и хромосом.

Понятия эухроматина и гетерохроматина. Роль гистонов и негистоновых белков в компактизации хроматина. Модификации гистонов и функциональное состояние хроматина. Структура хромосом. Структура специализированных районов хромосом. Кариотип. Варианты дифференциального окрашивания хромосом. Методы гибридизации. Метод полимеразной цепной реакции – ПЦР. Метод «ДНК отпечатков пальцев».

Модели организации хромосом, Хромосомный скэффолд. Хромосомы «типа ламповых щеток». Роль конденсинов и когезинов в компактизации хромосом.

Тема 4. Ядерный белковый матрикс. Способы выявления, химический состав, структурные компоненты, ДНК в составе матрикса, РНК в составе матрикса, роль ядерного белкового матрикса в функционировании ядер.

Раздел 3. Субъдомены ядра.

Тема 1. Транскрипция и ядерные транскрипты.

Механизм транскрипции. Типы РНК. Типы РНК-полимераз. Созревание продуктов транскрипции. Понятия процессинга и сплайсинга. Морфология продуктов транскрипции.

Тема 2. Варианты субъдоменов ядра.

Тема 3. Ядрышко – структура и функции. Ядрышковый организатор, число ядрышек в ядре, амплификация ядрышек. Компоненты ядрышка, ультраструктура, белки ядрышка, участие в синтезе рибосомных РНК и формировании субъединиц рибосом. Судьба ядрышковых компонентов при митозе; периферический хромосомный материал. Нетрадиционные функции ядрышка.

Тема 4. Хромосомные территории в интерфазном ядре.

Раздел 4. Ядерная оболочка.

Тема 1. Структура ядерной оболочки. Ламина – структура и функция. Ядерные поры: модели строения.

Тема 2. Механизмы ядерно-цитоплазматического транспорта.

Раздел 5. Мембранные компоненты клетки.

Тема 1. Свойства биологических мембран.

Тема 2. Химический состав и строение плазматической мембраны.

Раздел 5. Мембранные компоненты клетки.

Тема 1. Свойства биологических мембран. Общие свойства липидов. Белки мембран. Понятия интегральных белков. Строение липопротеидных мембран и их свойства. Углеводный компонент мембран.

Тема 2. Химический состав и строение плазматической мембраны.

Барьерно-транспортная роль плазмалеммы. Компартменты в плазматической мембране.

Тема 3. Транспорт через плазматическую мембрану низко-молекулярных соединений. Транспортные белки низкомолекулярных соединений: каналные белки, белки переносчики, АТФ-зависимые помпы (K/Na - помпа, протонные - помпы, Ca - помпа, семейство ABC). Унипортальный транспорт. Ко-транспорт антипортом и симпортом. Осмотическое давление и регуляция объема клетки. Внутриклеточный pH. Явление множественной лекарственной устойчивости.

Раздел 6. Эндоцитоз.

Тема 1. Транспорт высокомолекулярных соединений. Варианты эндоцитоза. Варианты сортировки и транспорта рецепторов и лигандов. Ранние и поздние эндосомы. Роль белков окаймления (клатринов, адаптинов и коатомеров) в эндо- и экзоцитозе и везикулярном транспорте. Роль кавеол. Понятие трансцитоза ионов, низкомолекулярных и высокомолекулярных органических соединений.

Тема 2. Фагоцитоз. Рецепторы фагоцитоза. Фагосомы и фаголизосомы.

Раздел 7. Клеточные взаимодействия.

Тема 1. Клеточная адгезия. Белки адгезии: семейства кадгеринов, иммуноглобулинов, интегринов, селектинов, адгезивных протеогликанов. Гомо- и гетерофилическая адгезия.

Тема 2. Специализированные клеточные контакты. Классификация. Структура и белки адгезивных контактов (десмосома, пояс адгезии, полудесмосома, фокальный контакт). Структура и белки изолирующих (плотных) контактов. Структура и белки канальных контактов. Коммуникативные контакты. Функциональные особенности специализированных межклеточных контактов. Методы изучения.

Раздел 8. Синтез и топогенез белков.

Тема 1. Механизм синтеза белка - трансляция. Строение рибосом. Полисомы. Синтез белков в гиалоплазме.

Тема 2. Синтез белков в гранулярном эндоплазматическом ретикулуме. Строение гранулярного эндоплазматического ретикулума. Роль ЭПР в синтезе секреторных, мембранных и лизосомных белков. Сигнальные последовательности. SRP частицы. Ко-трансляционный перенос белков в мембраны и цистерны ЭПР. Модификации белков в эндоплазматическом ретикулуме. Роль белков-шаперонов. Адресование секреторных, мембранных и лизосомных белков. Понятие стресса ЭПР. Методы изучения.

Тема 3. Аппарат Гольджи - структура и функции.

Модели организации аппарата Гольджи. Модификация и адресование белков. Участие в синтезе гликозамингликанов. Протеогликаны. Методы изучения.

Тема 4. Везикулярный транспорт. Роль белков окаймления Sor I, Sor II и клатринов в везикулярном транспорте. Механизм адресования и слияния везикул с мембранными компонентами биосинтетической системы. Транспорт белков от ЭПР к аппарату Гольджи через везикулярно-тубулярный компартмент. Антероградный и ретроградный варианты транспорта.

Тема 5. Экзоцитоз - транспорт белков от аппарата Гольджи к плазматической мембране. Созревание секреторных гранул.

Тема 6. Гладкий эндоплазматический ретикулум - морфология и функции.

Участие в синтезе липидов стероидных гормонов, участие в поддержании гомеостаза ионов кальция, роль цитохрома P-450 в клетках печени при интоксикации, саркоплазматический ретикулум и его роль в депонировании кальция при мышечном сокращении. Методы изучения.

Раздел 9. Клеточные системы деградации.

Тема 1. Аутофагия. Механизм образования аутофагосом. Роль аутофагии в поддержании жизнеспособности клеток. Методы изучения.

Тема 2. Лизосомы. Классификация, строение, модели образования лизосом. Лизосомные мембранные белки и гидролазы, роль pH в регуляции активности гидролаз. Понятия эндолизосомы, аутолизосомы, фаголизосомы и аутофаголизосомы. Методы изучения. Лизосомные болезни.

Тема 3. Протеасомы и убиквитилирование.

Раздел 10. Системы энергообеспечения клеток: гликолиз, аэробное окисление и фотосинтез.

Тема 1. Гликолиз. Образование АТФ при гликолизе. Методы изучения.

Тема 2. Митохондрии. Окислительное фосфорилирование. Особенности химического состава, строения и функции наружной и внутренней митохондриальной мембраны и матрикса. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования – краткая характеристика белковых комплексов, участвующих в переносе протонов, транспорте электронов и синтезе АТФ. Представление о цикле Кребса. Понятия хондриома и митохондриального ретикулума. Межмитохондриальные контакты.

Тема 3. Фотосинтез. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза. Локализация процессов фотосинтеза в хлоропласте.

Тема 4. Биогенез митохондрий и хлоропластов. Митохондриальный геном. Митохондриальная ДНК, синтез белков митохондрий и их топогенез. Механизмы слияния и деления митохондрий. Происхождение митохондрий. Эндосимбиоз и редукция генома. Геном хлоропластов, синтез белков хлоропластов и их топогенез.

Раздел 11. Компоненты цитоскелета.

Тема 1. Актиновые микрофиламенты. Строение молекулы/мономера актина. Изоформы актина, их экспрессия в различных типах клеток. Полимеризация актина *in vitro*. Строение актинового филамента, неравнозначность его концов. Динамика полимеризации актина. Динамическая нестабильность и тредмиллинг актиновых филаментов. Локализация и функции актина в клетках. Роль актиновых филаментов в движении клеток. Белки, ассоциированные с актиновыми филаментами.

Тема 2. Моторные белки - миозины. Разнообразие и общие свойства миозинов, их структура, функция и локализация. Перестройки актомиозиновой системы при распластывании клеток по субстрату и при делении клеток. Строение миофибрилл мышечного волокна, структура саркомера, белки, регулирующие взаимодействие миозина и актина. Роль ионов кальция в регуляции актомиозиновой системы.

Тема 3. Промежуточные филаменты. Структура и функции промежуточных филаментов. Классификация белков промежуточных филаментов. Локализация промежуточных филаментов в клетках.

Тема 4. Микротрубочки. Структура и функции микротрубочек, центросомы, центриолей, базальных тел и аксонемы. Сборка микротрубочки, неравнозначность ее концов. Динамика полимеризации тубулина. Динамическая нестабильность и тредмиллинг. Расположение микротрубочек в различных типах клеток. Белки, ассоциированные с микротрубочками (MAP).

Тема 5. Моторные белки - кинезины и динеины. Динактиновый комплекс. Строение, участие во внутриклеточном транспорте.

Тема 6. Центросома. Строение центросомы в клетках животных, центросомный цикл и клеточный цикл. Роль центросомы в инициации сборки микротрубочек и организации микротрубочек в цитоплазме. Структура и белковый состав центриолей. Материнская и дочерняя центриоли. Цикл удвоения центриолей и клеточный цикл. Образование центриолей *de novo*. Нецентросомные центры организации микротрубочек.

Тема 7. Реснички и жгутики. Центриоль, как базальное тело жгутика и реснички, роль в формировании аксонемы. Строение, функции и принцип движения аксонемы реснички и жгутика. Пути образования базальных тел.

Раздел 12. Митоз.

Тема 1. Фазы митоза. Формирование веретена. Основная цель митоза. Изменение структуры хромосом, роль конденсинов и когезинов. Основные события в каждой из фаз митоза.

Тема 2. Митотическое веретено. Структура веретена и типы микротрубочек в его составе. Понятия астрального и анастрального веретена. Механизмы формирования митотического веретена. Разрушение ядерной оболочки в прометафазе. Кинетохор, его структура, белковый состав, динамика формирования. Варианты прикрепления кинетохоров к микротрубочкам веретена. Механизмы контроля ассоциации микротрубочек и кинетохоров.

Тема 3. Механизмы движения хромосом. Движение хромосом во время прометафазы. Образование метафазной пластинки. Механизм движения хромосом в анафазе. Анафаза А и анафаза В.

Тема 4. Механизм цитокинеза. Основные события во время телофазы. Цитокинез и его стадии. Структура контрактильного кольца и механизм его сокращения. Поведение органелл в митозе.

Тема 5. Особенности митоза растительных клеток. Митоз у высших растений, особенности образования веретена. Особенности цитокинеза – структура и механизм формирования фрагмопласта.

Тема 6. Типы митотического деления. Эволюция митоза. Классификация, понятия плевро- и ортомитоза, закрытого, полузакрытого и открытого митозов.

Тема 7. Варианты патологических митозов.

Раздел 13. Мейоз.

Тема 1. Фазы мейоза при оогенезе и сперматогенезе. Принципы образования половых клеток. “Зародышевый путь”, соматические и герминативные клетки; два клеточных цикла с одним раундом репликации ДНК. Первое мейотическое деление, редукция числа аллелей, второе мейотическое деление, расхождение гомологичных хроматид – редукция числа хромосом, созревание половых клеток.

Тема 2. Характеристика стадий профазы I мейоза. Длительность у разных организмов, стадии: лептотена, зиготена, синапсис гомологичных хромосом, синтез z-ДНК, синаптонемный комплекс, пахитена, механизм кроссинговера, синтез r-ДНК, хиазмы, диплотена, активация транскрипции, хромосомы типа ламповых щеток, амплифицированные ядрышки в ооцитах, диакинез – расхождение бивалентов.

Раздел 14. Регуляция клеточного цикла.

Тема 1. Характеристика фаз клеточного цикла. Открытие фаз клеточного цикла. Метод радиоавтографии в изучении клеточного цикла. Методы проточной цитофлуориметрии и иммуноцитохимии в изучении клеточного цикла. Общие закономерности прохождения клеточного цикла и его фаз. Понятие об экзогенных и эндогенных факторах регуляции.

Тема 2. Эндогенная регуляция клеточного цикла. Экспериментальные модели для изучения клеточного цикла. Основные механизмы эндогенной регуляции клеточного цикла. Роль комплексов циклинов и циклин-зависимых киназ (Cdk-cyclin complexes). Роль фосфорилирования / дефосфорилирования. Фосфатазы – регуляторы клеточного цикла. Ингибиторы комплексов циклинов /циклин-зависимых киназ и циклин-зависимых киназ (CKIs). Роль протеолиза в регуляции клеточного цикла. Механизмы прохождения пункта ограничения (restriction point) и пунктов проверки (check points). Роль белка p53 в регуляции клеточного цикла.

Тема 3. Экзогенные регуляторы: митогены, факторы роста и цитокины. Передача сигналов и активация генов раннего и позднего пролиферативного ответов.

Раздел 15. Клеточная гибель.

Тема 1. Основные понятия клеточной гибели, классификация. Основные понятия: неспецифическая, программированная и регулируемая клеточная гибель. Варианты регулируемой клеточной гибели и их классификация. Апоптоз, аутофагическая гибель, некроптоз (программированный некроз).

Тема 2. Признаки и механизмы апоптоза. Клеточные проявления апоптоза. Сопоставление морфологических признаков апоптоза и некроза. Методы регистрации апоптоза. Молекулярные механизмы апоптоза. Индукторы апоптоза. Рецепторный и митохондриальный пути индукции апоптоза. Каскад активации каспаз. Действие нуклеаз. Генная регуляция апоптоза. Эндогенные индукторы и ингибиторы апоптоза. Механизм фагоцитоза апоптотических телец. Роль апоптоза в патогенезе и лечении заболеваний.

Тема 3. Аутофагическая гибель клеток. Клеточные проявления аутофагической гибели. Роль аутофагии в выживании клеток. Взаимосвязь между апоптозом и аутофагической гибелью.

Тема 4. Некроптоз (программированный некроз.) Механизм некроптоза. Клеточные проявления некроптоза. Роль энергетической катастрофы в индукции некроптоза.

Раздел 16. Особенности строения и функционирования растительных и бактериальных клеток.

Тема 1. Растительные клетки. Клеточная стенка: химический состав, строение и способы образования. Пластиды. Типы пластид, их ультраструктура и пути образования. Вакуоли растений, их строение и функции.

1. Плазмодесмы, как вариант специализированного контакта между растительными клетками.

Тема 2. Бактериальные клетки. Особенности строения бактериальных клеток. Нуклеоид бактерий. Фотосинтетические структуры бактерий. Базальное тело и жгутик. Клеточная стенка бактерий. Особенности деления бактерий.

Лабораторная часть

I занятие - Световая микроскопия.

1. Фото Хромосомы из ядер Бальбиани. Прижизненный фазовый контраст
2. СМ Клетки культуры
3. СМ Эпителий почки

II занятие –Электронная микроскопия.

Фото Трансмиссионная электронная микроскопия (ТЭМ)

1. Фото срезы
2. Фото напыление для ТЭМ
3. Фото Круговое напыление
4. Фото Сканирующая электронная микроскопия
5. Пиноцитоз
6. Эпителий яйцевода человека

III. Клетки про-, эукариот

- | | | |
|---|----|---|
| 1 | ЭМ | Холерный вибрион (<i>Vibrio cholerae</i>) |
| 2 | ЭМ | <i>Cromatium minutissium</i> |

3	ЭМ	Rhodopseusonomas
4	ЭМ	Дрожжевая клетка <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
5	ЭМ	Участок ацинарной клетки поджелудочной железы летучей мыши
6	СМ	Цилиндрический эпителий кишки аскариды
8	СМ	Мотонейроны спинного мозга крысы
9	СМ	Гладкомышечные клетки мочевого пузыря
10	СМ	Поперечно-полосатые мышечные волокна языка кошки (симпласт)
11	СМ	Многоядерные клетки зоны асептического воспаления, мышь

IV. Клеточное ядро

1	СМ	Клетки культуры СПЭВ
2	Фото	Клетки культуры HeLa. Флуоресцентная окраска на ДНК с помощью DAPI
3	СМ	Культура клеток MCF7 (+BrdU) и HaCaT
4	ЭМ	Ядро из эмбриональной печени цыпленка
5	ЭМ	Ядро опухолевой клетки
6	ЭМ	Плазмоцит
7	ЭМ	Хромонемные ядра растительных клеток
8	СМ	Мегакариоциты костного мозга (полиплоидия)
9	СМ	Политенные интерфазные хромосомы в гигантских ядрах Бальбиани
10	ЭМ	Хромосомы из ядер Бальбиани

V Строение хроматина и митотических хромосом

1. ФОТО Кариотип человека Зарисовать: мета-, субмета-, телоцентрики
Рассказать про приготовление препараов.
2. ФОТО Дифференциальные окраски хромосом человека (G, Q, C, R окраски)
3. СМ Хромосомы человека (по Гимза - G окраска). Найти на препарате 3-4 хромосомы, сравнить их с фото дифференциальной окраски хромосом человека по Гимза (G окраска), определить их номера
4. ЭМ Петли ДНК, отходящие от осевого скэффолда – **не рисовать**
5. ЭМ Хромосомные фибриллы ядер тритона (позитивный контраст, уранил ацетат) – **не рисовать**
6. ЭМ Нуклеосомные фибриллы хроматина – **не рисовать**
7. ЭМ Нуклеосомы, линкеры (негативный контраст)
8. ЭМ Нативные 30 нм фибриллы хроматина (негативный контраст)
9. ЭМ Анафаза, хромосомы.
10. ЭМ Элементы хромонемы (100 – 200 нм) по периферии хромосом
11. ФОТО Хромосомные территории, Fish метод.

VI Ядрышко и ядерная оболочка

1. СМ Ядрышки в ядрах культуры СПЭВ – **не рисовать**

- 2 ЭМ А. Выделенные рибосомы. Метод напыления.
Б. Выделенные рибосомы. Метод негативного контрастирования
- 3 ЭМ Ультраструктура ядрышка: фибриллярные центры, перифибриллярный компонент, гранулярный компонент
- 4 ЭМ Рибосомальные гены в диссоциированных ядрышках ооцита
- 5 ЭМ Флуоресцентное окрашивание ядра и ядрышковых компонентов
А. DAPI – окраска ДНК – **не рисовать**
Б. Окрашивание антителами к фибрилларину – **не рисовать**
В. Окрашивание антителами к B23 – **не рисовать**
Г. Суммарное изображение
6. ЭМ Перихромосомный материал
А. Общий вид метафазной пластинки
7. ЭМ Ядерные поры (NPC) – тангенциальный срез
Ядерные поры (NPC) – поперечный срез
Ядерные поры (NPC) – метод замораживания- скалывания
8. СМ Амплифицированные ядрышки в ооцитах

VII Плазматическая мембрана

1. ЭМ Вставочные пластинки (плотное соединение)
2. ЭМ Щеточная каемка + гликокаликс
3. ЭМ Пиноцитоз в эндотелиальных клетках (нарисовать 4 стадии)
4. ЭМ Эндоцитоз в эндотелиальных клетках
5. ЭМ Подвижность активного края плазматической мембраны (раффлы) – не рисовать
6. СМ Кишка аскариды: щеточная каемка, вставочные пластинки
7. ЭМ Межклеточные соединения в кишечном эпителии: плотное соединение, десмосома
1. ЭМ Вставочные пластинки
8. ЭМ Вставочные пластинки (плотное соединение). Скол
9. СМ Кожа пальца – шиповатый слой (десмосомы)
10. ЭМ Десмосомы
11. ЭМ Щелевой контакт.
12. Схема межклеточных соединений
- 13 ЭМ Микроворсинки срез

VIII Вакуолярная система

1. СМ Поджелудочная железа, окрашенная по Маллори
2. ЭМ Участок ацинарной клетки поджелудочной железы летучей мыши (по желанию)
3. ЭМ Гранулярный ЭПР в клетках печени
4. ЭМ Выделенная полирибосома
5. ЭМ Участок цитоплазмы гепатоцита крысы. Переход гранулярного ретикулума в гладкий
6. СМ Гликоген в клетках печени
7. ЭМ Гликоген в клетках печени
8. ЭМ Липидные включения в гладком ЭПР, пероксисомы
9. ЭМ Саркоплазматический ретикулум. Поперечно-полосатое мышечное волокно
10. СМ Аппарат Гольджи в клетках спинального ганглия
11. ЭМ Аппарат Гольджи в печени крысы. Участок цитоплазмы между гладким ЭПР и аппаратом Гольджи
12. ЭМ Тиамин-пироксифосфатазная реакция в аппарате Гольджи

13. ЭМ А. Лизосомы в клетках печени. Б. Лизосомы в клетках культуры под воздействием .

IX. Митохондрии

1	СМ	Митохондрии в клетках почечных канальцев (окраска по Альтману)
2	фото	Окрашивание митохондрий флуоресцентным красителем Родамином 123 в клетках культуры
3	СМ	СДГ в клетках культуры СПЭВ
4	ЭМ	Продольный срез митохондрии в клетках поджелудочной железы летучей мыши
5	ЭМ	Грибовидные тельца
6	ЭМ	Митохондрии в клетках печени
7	ЭМ	Митохондрии в сердечной мышце. А. Ортодоксальная митохондрия. Б. Набухшая митохондрия
8	ЭМ	Митохондриальный ретикулум в скелетной мышце: поперечный и продольный срез
9	СМ	Пигментные клетки
10	ЭМ	Пигментные клетки
11	СМ	Жир в клетках печени
12	ЭМ	Жир в клетках печени

X. Пластиды

1	ЭМ	Хлоропласт
2	ЭМ	Граны и тилакоиды хлоропласта, первичный крахмал
3	ЭМ	Ультраструктура гран и тилакоидов. Грибовидные тельца - АТФ-синтетаза - обращены в стромальное пространство
5	ЭМ	Лейкопласт
6	ЭМ	Амилопласт, вторичные отложения крахмала
7	ЭМ	Хромопласт: а) липофанероз - распад гран и стромы; б) распад мембранных компонентов и накопление липидных капель с пигментами (каротиноиды)

XI. Цитоскелет

1	СМ	Окраска цитоскелета фибробластов
2	ЭМ	Элементы цитоскелета на ультратонком срезе
3	ЭМ	Пучки актиновых филаментов - стресс фибриллы
4	Фл	Фокальный контакт
5	Фл	Стресс фибриллы: актин + миозин немышечный
6	ЭМ	Саркомеры в поперечно-полосатой мышце

7	ЭМ	Промежуточные филаменты. А) Кератин в кератиноците. Б) ПрФ в околоядерной зоне
8	Фл	Промежуточные филаменты. А) Кератин. Б) Виментин
9	ЭМ	Микротрубочки: продольный срез
10	Фл	Двойное окрашивание фибробласта: α -тубулин и актин
11	Фл	Удвоение centrosомы. Двойное окрашивание: α -тубулин, γ -тубулин
12	ЭМ	Клеточный центр в интерфазе - centrosома
13	ЭМ	Репликация центриолей. Centrosома
14	ЭМ	Реснитчатый эпителий
15	ЭМ	Поперечный срез реснички
16	Схема	Поперечный срез реснички
17	ЭМ	Отрастание аксонемы от базального тельца
18	ЭМ	Реснитчатый эпителий
19	ФЛ	Актин, миозин.

ХII. Митоз

1	СМ	СПЭВ - фазы митоза
2	СМ	Цитастер в аскариде
3	Фл	Двойное окрашивание: α -тубулин, γ -тубулин
4	ЭМ	Centrosома в митозе. Полюс веретена деления
5	ЭМ	Кинетохор
6	Фл	Митоз в животной клетке
7	ЭМ	Цитокинез в животной клетке
8	Фл	Митоз в растительной клетке
9	Фото	Фрагмопласт
10	СМ	Митоз в корневой системе лука (все фазы митоза)
11	Фото	Митозы в эндосперме пшеницы. Метафаза, анафаза, телофаза, фрагмопласт
12	Фото	Митозы в клетках культуры пневмоцитов тритона. Проставить названия фаз против каждого номера

ХIII. Мейоз

1	СМ	Мейоз в семенных канальцах саранчовых
2	Фото	Стадии мейоза. А. Метафазная пластинка при делении сперматоцита. В-Ф. Профаза первого мейотического деления. В. Лептотена. С. Зиготена. D. Пахитена. Е. Ранний диакинез. F. Поздний диакинез
	Схема	Стадии мейоза
3	Фото	Стадии диакинеза в первом делении мейоза. Хиазмы
4	Фото	Зиготена. Пахитена
5	ЭМ	Синаптонемный комплекс. Кузнечик
6	Фото	Синаптонемный комплекс. Мышь
7	Фото	Синаптонемный комплекс. Рожь
8	Схема	Синаптонемный комплекс
9	Схема	Синапс, десинапс хромосом
10	СМ	Амплифицированные ядрышки в ооцитах

X IV. Апоптоз

1	СМ	Апоптоз в культуре СПЭВ. Ранняя стадия. Поздняя стадия
2	ЭМ	Некроз опухолевой клетки мыши при ишемии. Кариорексис, деградация цитоплазматических структур
3	ЭМ	Деградация митохондрий в некротической клетке
4	ЭМ	Общая картина апоптотических клеток лимфомы при тепловом шоке
5	ЭМ	Апоптоз клеток в культуре ткани. Фрагментация ядра, периферическая конденсация хроматина, образование цитоплазматических выростов (blebbing), (апоптотические тельца)
6	ЭМ	Апоптоз в культуре мышечной миеломы NS-1
7	ЭМ	Блеббинг апоптотической клетки
8	Фл	Окраска на цитохром С в митохондриях
9	Фл	Выявление Каспазы 3
10	Фл	Выявление апоптотических клеток с помощью аннексина
11	Фл	Выявление апоптотических клеток методом TUNEL

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
ОПК-1. Способен применять знание о разнообразии, развитии и эволюции биологических объектов различных уровней организации для решения профессиональных задач в полевых и лабораторных условиях, в том числе с привлечением современных методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования; способен понимать значение	<p>Знает: молекулярные и структурно-функциональные характеристики клеточных органелл и их систем, а также принципы работы механизмов размножения клеток, их дифференцировки, старения и гибели, роль ключевых регуляторных систем в реализации этих процессов.</p> <p>Умеет: использовать полученные знания для применения в области молекулярной и клеточной биологии, гистологии и эмбриологии, а</p>	<p>Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (тестирование, экзамен)</p> <p>Ситуационные задания</p>

<p>биоразнообразие для устойчивости биосферы</p>	<p>также смежных областях биологии; Владеет навыками: анализа и интерпретации основных понятий в области клеточной биологии</p>	
<p>ОПК-2. Способен планировать и проводить биологические эксперименты, наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование биологических объектов, опираясь на знание их структурной и функциональной организации, механизмов жизнедеятельности, используя современное оборудование, информационные технологии и профессиональные базы данных, физико-химические методы и методы моделирования, соблюдая требования биоэтики, техники безопасности и информационной безопасности</p>	<p>Знает: методы, применяемые в клеточной биологии, принципы идентификации изображения клеточных структур на гистологических и цитологических препаратах способы идентификации микрофотографий, полученных различными методами световой и электронной микроскопии и умеет определять по изображению на микрофотографии использованный метод.</p> <p>Умеет: самостоятельно приобретать новые знания, используя современные информационные технологии; читать и анализировать учебную и научную литературу по клеточной биологии и смежным областям знания, в том числе на иностранном языке.</p> <p>Владеет навыками: интерпретации и анализа результатов цитологических исследований</p>	<p>Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (тестирование, экзамен)</p> <p>Ситуационные задания</p>

7.2. Типовые задания и иные материалы для оценки результатов обучения по дисциплине

Примерные задания текущего контроля успеваемости

1. Методы изучения клеток.
2. Методы световой микроскопии.

3. Разрешающая способность световой микроскопии.
4. Методы электронной микроскопии.
5. Разрешающая способность метода электронной микроскопии.
6. Клеточная теория.
7. Основные постулаты клеточной теории.
8. Прокариоты и эукариоты: сходство и различие.
9. Понятие тотипотентности ядер клеток многоклеточных организмов.
10. Уровни организации в клетке.
11. Мембранные и немембранные органеллы клетки.
12. Клеточный цикл.
13. Фазы митоза.
14. Строение бактерий.
15. Нуклеоид бактерий.
16. Симпласты – определение, способы образования.
17. Строение интерфазного ядра, компоненты ядер, их функции.
18. Химический состав хроматина.
19. Структурная организация хроматина.
20. Хромосомный цикл.
21. Типы ДНК.
22. Способы выявления ДНК – реакция Фёлгена, окрашивание флуоресцентными красителями.
23. Уровни компактизации ДНК.
24. Понятие эухроматина и гетерохроматина.
25. Механизм репликации ДНК.
26. Полуконсервативный способ репликации ДНК.
27. Сопоставить репликацию ДНК про- и эукариотов.
28. Что такое полирепликонность ДНК эукариотов?
29. Механизмы полиплоидизации клеток.
30. Как возникают политенные хромосомы?
31. Механизм транскрипции.
32. Типы РНК у эукариотов.
33. Локализация РНК в клетке – как определить?
34. Процессинг иРНК, тРНК и рРНК.
35. Строение хромосом.
36. Дифференциальное окрашивание хромосом.
37. Понятие кариотипа.
38. Модели организации хромосом.
39. Хромосомные территории.
40. Ядерный белковый матрикс.
41. Периферический хромосомный материал.
42. Субдомены ядра.
43. Созревание продуктов транскрипции.
44. Структура и функции ядрышка.
45. Что такое ядрышковый организатор?
46. Ядерная оболочка.
47. Ламина – строение и состав.
48. Поровый комплекс.
49. Ядерно-цитоплазматический транспорт.
50. Метод FISH.
51. Типы клеточных ядер.
52. Молекулярная организация и свойства клеточных мембран.

53. Строение и свойства клеточных стенок растительных клеток и бактерий.
54. Процесс образования клеточной стенки растений.
55. Транспорт низкомолекулярных соединений через плазматическую мембрану.
56. Везикулярный транспорт.
57. Эндоцитоз
58. Фагоцитоз.
59. Трансцитоз низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений.
60. Контакты (белки адгезии, специализированные клеточные контакты).
61. Рецепторная роль плазматической мембраны.
62. Синтез белка.
63. Эндоплазматический ретикулум: структура, синтез белков, их модификации и адресование.
64. Синтез липидов в ЭПР.
65. Метаболизм и перемещение липидов.
66. Синтез мембранных белков в гранулярном ЭПР
67. Синтез растворимых белков в гранулярном ЭПР.
68. Стресс ЭПР и варианты клеточного ответа.
69. Строение и функции гладкого эндоплазматического ретикулума.
70. Строение и функции аппарата Гольджи.
71. Механизмы anterograde и retrograde везикулярного транспорта.
72. Экзоцитоз, секреторные гранулы.
73. Образование лизосом.
74. Лизосомы, их классификация и строение.
75. Вакуоли растений, их строение и функции.
76. Цитоскелет: компоненты цитоскелета, их химический состав, функции.
77. Микрофиламенты.
78. Моторные белки – миозины.
79. Аппараты клеточной подвижности.
80. Актмиозиновые комплексы немышечных клеток
81. Механизм движения клеток по субстрату.
82. Актмиозиновые комплексы в мышечных клетках.
83. Промежуточные филаменты.
84. Микротрубочки.
85. Моторные белки – динеины и кинезины.
86. Структура, белковый состав и функции центросомы.
87. Центриоли, их структура и поведение в клеточном цикле.
88. Центриоли, их структура и два варианта их образования.
89. Центриольный цикл.
90. Центросомный цикл.
91. Строение ресничек и жгутиков.
92. Строение и образование базальных тел.
93. Образование ресничек.
94. Строение и образование первичных ресничек.
95. Строение базальных тел и жгутиков бактерий.
96. Сопоставление базальных тел и жгутиков прокариотических и эукариотических клеток.
97. Механизм движения с помощью жгутиков эукариотических клеток.
98. Внутриклеточные движения, связанные с микротрубочками.

99. Аутосинтетическая система митохондрий.
100. Строение и функции митохондрий.

101. Митохондрии как энергетические станции клетки, синтез АТФ.
102. Биогенез митохондрий.
103. Хлоропласты, строение и функция.
104. Геном хлоропластов.
105. Типы пластид в растительных клетках.
106. Митоз, характеристика фаз митоза.
107. Митоз, механизм движения хромосом в разных фазах митоза.
108. Типы митотического веретена, процесс их образования.
109. Центросома, кинетохор и их участие в организации митотического веретена.
110. Варианты патологических митозов.
111. Мейоз, последовательность фаз мейоза и его значение.
112. Отличие мейоза от митоза.
113. Цитокинез (цитотомия) бактериальных, растительных и животных клеток.
114. Клеточный цикл, его фазы и способы их изучения.
115. Регуляция клеточного цикла (эндогенная и экзогенная).
116. Пункт ограничения в клеточном цикле.
117. Понятие пролиферативного покоя – фаза G₀.
118. Пункты контроля в клеточном цикле.
119. Типы клеточной гибели.
120. Апоптоз – признаки апоптоза.
121. Механизмы апоптоза.
122. Про- и антиапоптотические белки.
123. Аутофагическая гибель – признаки аутофагической гибели.
124. Некроз и некроптоз – признаки гибели. Сопоставление неспецифического некроза и некроптоза.

Примеры ситуационных заданий

1. Руководствуясь полученными знаниями идентифицируйте на препаратах различные компоненты клеток, такие как цитоплазматические органеллы, элементы цитоскелета и внутриядерные компартменты.
2. Руководствуясь полученными знаниями идентифицируйте внутриядерные структуры, мембранные и немембранные органеллы на электронных микрофотографиях.
3. Примените полученные знания для решения предложенных задач, связанных с определением белкового состава внутриклеточных компонентов при использовании метода иммуноцитохимического окрашивания.
4. Используйте маркеры клеточной пролиферации для выявления клеток в разных фазах клеточного цикла.

Примерные задания промежуточной аттестации

1. Методы изучения клеток.
2. Методы световой микроскопии.
3. Разрешающая способность световой микроскопии.
4. Методы электронной микроскопии.
5. Разрешающая способность метода электронной микроскопии.
6. Клеточная теория.
7. Основные постулаты клеточной теории.

8. Прокариоты и эукариоты: сходство и различие.
9. Понятие тотипотентности ядер клеток многоклеточных организмов.
10. Уровни организации в клетке.
11. Мембранные и немембранные органеллы клетки.
12. Клеточный цикл.
13. Фазы митоза.
14. Строение бактерий.
15. Нуклеоид бактерий.
16. Симпласты – определение, способы образования.
17. Строение интерфазного ядра, компоненты ядер, их функции.
18. Химический состав хроматина.
19. Структурная организация хроматина.
20. Хромосомный цикл.
21. Типы ДНК.
22. Способы выявления ДНК – реакция Фельгена, окрашивание флуоресцентными красителями.
23. Уровни компактизации ДНК.
24. Понятие эухроматина и гетерохроматина.
25. Механизм репликации ДНК.
26. Полуконсервативный способ репликации ДНК.
27. Сопоставить репликацию ДНК про- и эукариотов.
28. Что такое полирепликонность ДНК эукариотов?
29. Механизмы полиплоидизации клеток.
30. Как возникают политенные хромосомы?
31. Механизм транскрипции.
32. Типы РНК у эукариотов.
33. Локализация РНК в клетке – как определить?
34. Процессинг иРНК, тРНК и рРНК.
35. Строение хромосом.
36. Дифференциальное окрашивание хромосом.
37. Понятие кариотипа.
38. Модели организации хромосом.
39. Хромосомные территории.
40. Ядерный белковый матрикс.
41. Периферический хромосомный материал.
42. Субдомены ядра.
43. Созревание продуктов транскрипции.
44. Структура и функции ядрышка.
45. Что такое ядрышковый организатор?
46. Ядерная оболочка.
47. Ламина – строение и состав.
48. Поровый комплекс.
49. Ядерно-цитоплазматический транспорт.
50. Метод FISH.
51. Типы клеточных ядер.
52. Молекулярная организация и свойства клеточных мембран.
53. Строение и свойства клеточных стенок растительных клеток и бактерий.
54. Процесс образования клеточной стенки растений.
55. Транспорт низкомолекулярных соединений через плазматическую мембрану.
56. Везикулярный транспорт.
57. Эндоцитоз

58. Фагоцитоз.
59. Трансцитоз низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений.
60. Контакты (белки адгезии, специализированные клеточные контакты).
61. Рецепторная роль плазматической мембраны.
62. Синтез белка.
63. Эндоплазматический ретикулум: структура, синтез белков, их модификации и адресование.
64. Синтез липидов в ЭПР.
65. Метаболизм и перемещение липидов.
66. Синтез мембранных белков в гранулярном ЭПР
67. Синтез растворимых белков в гранулярном ЭПР.
68. Стресс ЭПР и варианты клеточного ответа.
69. Строение и функции гладкого эндоплазматического ретикулаума.
70. Строение и функции аппарата Гольджи.
71. Механизмы антероградного и ретроградного везикулярного транспорта.
72. Экзоцитоз, секреторные гранулы.
73. Образование лизосом.
74. Лизосомы, их классификация и строение.
75. Вакуоли растений, их строение и функции.
76. Цитоскелет: компоненты цитоскелета, их химический состав, функции.
77. Микрофиламенты.
78. Моторные белки – миозины.
79. Аппараты клеточной подвижности.
80. Актмиозиновые комплексы немышечных клеток
81. Механизм движения клеток по субстрату.
82. Актмиозиновые комплексы в мышечных клетках.
83. Промежуточные филаменты.
84. Микротрубочки.
85. Моторные белки – динеины и кинезины.
86. Структура, белковый состав и функции центросомы.
87. Центриоли, их структура и поведение в клеточном цикле.
88. Центриоли, их структура и два варианта их образования.
89. Центриолярный цикл.
90. Центросомный цикл.
91. Строение ресничек и жгутиков.
92. Строение и образование базальных тел.
93. Образование ресничек.
94. Строение и образование первичных ресничек.
95. Строение базальных тел и жгутиков бактерий.
96. Сопоставление базальных тел и жгутиков прокариотических и эукариотических клеток.
97. Механизм движения с помощью жгутиков эукариотических клеток.
98. Внутриклеточные движения, связанные с микротрубочками.
99. Аутосинтетическая система митохондрий.
100. Строение и функции митохондрий.
101. Митохондрии как энергетические станции клетки, синтез АТФ.
102. Биогенез митохондрий.
103. Хлоропласты, строение и функция.
104. Геном хлоропластов.
105. Типы пластид в растительных клетках.
106. Митоз, характеристика фаз митоза.

107. Митоз, механизм движения хромосом в разных фазах митоза.
108. Типы митотического веретена, процесс их образования.
109. Центросома, кинетохор и их участие в организации митотического веретена.
111. Варианты патологических митозов.
112. Мейоз, последовательность фаз мейоза и его значение.
113. Отличие мейоза от митоза.
114. Цитокинез (цитотомия) бактериальных, растительных и животных клеток.
115. Клеточный цикл, его фазы и способы их изучения.
116. Регуляция клеточного цикла (эндогенная и экзогенная).
117. Пункт ограничения в клеточном цикле.
118. Понятие пролиферативного покоя – фаза G0.
119. Пункты контроля в клеточном цикле.
120. Типы клеточной гибели.
121. Апоптоз – признаки апоптоза.
122. Механизмы апоптоза.
123. Про- и антиапоптотические белки.
124. Аутофагическая гибель – признаки аутофагической гибели.
125. Некроз (неспецифический) и некроптоз (программированный некроз)– признаки гибели, различия в механизмах индукции.

7.3. Описание критериев и шкал оценивания

Описание критериев оценивания выполнения задания

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20
Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности	21-32
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-ти балльной шкале
Недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно
Базовый	20-26	удовлетворительно
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине (модулю)

(*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)

Оценка	2	3	4	5
Ре-т обучения	(не зачтено)	(зачтено)	(зачтено)	(зачтено)

Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Ченцов Ю.С. Цитология с элементами клеточной патологии. Москва: Медицинское информационное агентство, 2010.
2. Льюин Б., Касси-мерис Л., Лингаппа В.П., Плоппер Д. Клетки. Москва: БИНОМ, 2011.
3. Альбертс Б., Хопкин К. Брей Д.: Основы молекулярной биологии клетки /под ред. В.В. Гейдебрехта. М: Изд. Лаборатория знаний, 2018

Дополнительная литература

1. Pollard T.D., Earnshaw W.C., Lippincott-Schwartz J., Johnson G.T. Cell Biology (3rd Edition). 2017. Elsevier Inc. ISBN 978-0-323-34126-4; 978-0-323-41740-2.
2. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the Cell (6th Edition). Garland Science Publ. 2015, ISBN-13: 978-0815344322; ISBN-10: 0815344325.
3. Lodish H., Berk A., Kaiser C.A., Krieger M., Bretscher A., Ploegh H., Amon A., Scott M.P. Molecular Cell Biology (7th Edition) Macmillan Higher Education, 2013, ISBN 978-14641-0981-2.

8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader
4. Moodle

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Журналы и библиографические базы данных, доступные через Интернет <http://www.elibrary.ru>
2. Журналы и библиографические базы данных, доступные через Интернет <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

8.4. Описание материально-технической базы

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - А. Помещения: аудитории для проведения лекционных/лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
 - Б. Оборудование: лабораторное оборудование малого практикума (в соответствии с утвержденными методическими рекомендациями: микроскопы, наборы микропрепаратов, наборы микрофотографий, атласы с фотографиями препаратов, альбомы для рисования, цветные карандаши); наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, ученическая доска, компьютер, проектор, экран, доска.

9. Язык преподавания

Русский.

10. Преподаватели

Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой клеточной биологии и гистологии биологического факультета МГУ Онищенко Галина Евгеньевна.

11. Авторы программы

Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой клеточной биологии и гистологии биологического факультета МГУ Онищенко Галина Евгеньевна.