

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
генетики, цитологии и биотехнологии

 Калаев В.Н.

14.05.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.23 Цитология

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки:** Биология
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** генетики, цитологии и биотехнологии
- 6. Составители программы:**
Машкина Ольга Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент
Кокина Анастасия Васильевна, кандидат биологических наук, ассистент
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 22.04.2024, протокол № 3
- 8. Учебный год:** 2024-2025 гг. **Семестр(ы):** 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование у бакалавров научных знаний о строении и принципах жизнедеятельности клетки как элементарной структурно-функциональной единицы организации живых организмов; формирование умений и навыков работы с микроскопической техникой, оценки структурно-функционального состояния клеток организма при решении профессиональных задач.

Задачи учебной дисциплины:

- Формирование у обучающихся знаний о современных методах цитологических исследований; структурно-функциональной организации клеток прокариот и эукариот.
- Приобретение бакалаврами знаний о структурно-функциональной организации, типах и современных методах изучения хромосом как носителей материальных единиц наследственности – генов.
- Получение представлений о кариотипе в норме и при различных патологиях;
- Формирование представлений о клеточном цикле и его регуляции; типах деления (воспроизведения) клеток прокариот и эукариот.
- Формирование представлений о цитологических основах патологии, старения и гибели клеток.
- Овладение бакалаврами практических навыков микроскопической техники, фиксации материала, приготовления препаратов и их цитологического анализа.
- Формирование умений оценки особенностей строения и жизнедеятельности клетки в норме и при различных патологиях.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Цитология» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология. Бакалавр, овладев дисциплиной, должен знать новейшие достижения в области цитологии, приобрести практические навыки работы с микроскопической техникой и оценки структуры и жизнедеятельности клетки; уметь использовать полученные знания в научно-исследовательской работе. Предшествует следующим дисциплинам «Гистология и биология развития», «Физиология растений», «Генетика и эволюция», «Молекулярная биология».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2.1	Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии.	Знать: основные принципы клеточной организации биологических объектов, основные понятия и методы цитологических исследований; современное состояние вопроса о структурно-функциональной организации и жизнедеятельности клеток (прокариот и эукариот, растений, животных и человека) в норме и при патологиях. Уметь: применять фундаментальные знания по цитологии для анализа и оценки структурно-функциональной организации и состояния живых объектов Владеть: основными понятиями в области цитологии; методами исследования и оценки структурно-функционального состояния клеток организма.
		ОПК-2.3	Применяет знание	Знать: принципы структурно-функциональной

			<p>принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач.</p>	<p>организации и жизнедеятельности клеток биологических объектов, современные методы цитологических исследований для решения профессиональных задач.</p> <p>Уметь: применять знания и методы цитологического анализа для оценки структурно-функционального состояния клеток организма.</p> <p>Владеть: методами микроскопической техники, навыками оценки структурно-функционального состояния клеток живых объектов, интерпретации полученных данных для решения профессиональных задач.</p>
--	--	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		2 семестр
Аудиторные занятия	60	60
в том числе:	лекции	30
	практические	
	лабораторные	30
Самостоятельная работа	12	12
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации - <i>зачет</i>		
Итого:	72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Предмет "цитология". Этапы развития. Клеточная теория.	Предмет и задачи цитологии, основные этапы развития. Клеточная теория и ее основные положения. Клетки прокариот и эукариот (особенности и различия в строении). Стволовые клетки, их свойства и типы. Многоклеточные организмы развиваются из одной стволовой клетки (зиготы). Вирусы – неклеточная форма жизни. Значение цитологии для науки и практики, медицины.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.2	Методы цитологических исследований	Методы цитологических исследований. Световая и электронная микроскопия. Методы контрастирования в световой микроскопии: метод фазово-контрастной микроскопии, конфокальная микроскопия, метод «темного поля», метод флуоресцентной микроскопии. Сканирующая электронная микроскопия. Методы микрохирургии и культуры клеток. Клеточная инженерия. Метод автордиографии. Метод гибридизации <i>in situ</i> . Фракционирование клеток.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции клеточных мембран.	Ультраструктурная организация клетки. Общая характеристика и основные различия структуры растительной и животной клетки. Цитоплазма и гиалоплазма. Структура и функции клеточных мембран. Транспорт веществ через мембрану. Межклеточные	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965

	<p>Одномембранные, двумембранные и немембранные органоиды клетки. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки.</p>	<p>соединения. Одномембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, вакуоли растительных клеток. Полуавтономные двумембранные органоиды клетки: митохондрии и пластиды. Структурно-функциональная организация генома митохондрий и пластид. В митохондриях записана наша история. Болезни человека, связанные с патологией органоидов. Немембранные компоненты клетки. Клеточный центр. Рибосомы. Понятие о полисомах. Роль свободных и связанных с мембранами ЭПР рибосом в биосинтезе клеточных белков. Происхождение эукариотических клеток. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки: микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты. Роль микротрубочек в образовании ахроматинового веретена деления клеток. Динеины и кинезины – белки, осуществляющие транспортировку хромосом по микротрубочкам. Микрофиламенты в мышечных и немышечных клетках. Деполимеризация микротрубочек под действием колхицина. Специализированные структуры и органеллы клетки: микроворсинки, реснички и жгутики. Клеточный центр. Включения в цитоплазму (классификация, значение в жизнедеятельности клеток и организма, строение и химический состав).</p>	
1.4	<p>Структура и функции клеточного ядра. Ядрышко – производное хромосом, место синтеза рРНК и образования рибосом. Хроматин.</p>	<p>Интерфазное ядро – центр управления жизнедеятельностью клетки. Основные элементы структуры интерфазного ядра: хроматин (хромосомы), ядрышко, кариоплазма, ядерная оболочка Структура и функции нуклеиновых кислот. Ядерная оболочка и поровый комплекс. Ядерно-цитоплазматические взаимодействия. Ядерный белковый матрикс, ламина; их структура и функциональное значение. Ядрышко – органоид синтеза рибосом. Структура и функции ядрышка. Ядрышковый организатор – вместилище генов рибосомных РНК. Строение генов рРНК, полицистронность. Синтез и процессинг рРНК. Основные структурные компоненты и типы ядрышек. Цикл изменения структуры ядрышка в связи с его функцией. Амплификация генов рРНК. Строение и химия рибосом у эукариот и прокариот. Структура, функции и типы хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Половой хроматин и его использование для диагностики пола и аномалий в системе половых хромосом. Функциональное значение гетерохроматина. Робертсоновские транслокации, их роль в эволюции кариотипа человека. Диминуция хроматина и хромосом, их физиологическое значение. Каждая хромосома в интерфазном ядре занимает свою хромосомную территорию. Структурно - функциональная организация генетического материала у прокариот и эукариот (сравнительный анализ). Избыточная ДНК. Сателлитная и микросателлитная ДНК. Использование микросателлитов в качестве молекулярных маркеров для идентификации личности, установления степени родства и др.</p>	<p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</p>
1.5	<p>Упаковка ДНК в хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.</p>	<p>Уровни компактизации ДНК эукариотической клетки в составе хромосом. Гистоны и негистоновые белки: их роль в компактизации ДНК. Нуклеосомы: строение, роль при функционировании хроматина. Нуклеомерная фибрилла. Петлевые домены хроматина. Хромомерная организация хромосом. Упаковка ДНК в хромосомах прокариот. Два структурно - функциональных состояния, две формы организации хромосом: интерфазные и митотические</p>	<p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</p>

		(метафазные). Организация метафазной хромосомы: плечи хромосом, центромера, вторичная перетяжка, спутники, теломеры. Типы метафазных хромосом в зависимости от положения центромеры. Аутосомы и половые хромосомы. Кариотип. Современные методы хромосомного анализа (морфометрический, дифференциального окрашивания хромосом, ISH- и FISH- гибридизации и др.). Кариотип человека и методы его изучения.	
1.6	Клеточный цикл и его регуляция. Политенные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла.	Клеточный цикл и его регуляция. Циклины и циклинзависимые киназы – ключевые белки регуляции клеточного деления. Изменение количества ДНК в течение клеточного цикла. Пункты проверки (check-point) и репарация повреждений ДНК. Нарушения регуляции клеточного цикла и онкогенез. Политения. Политенные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла (образование, морфологические особенности, природа пухов, функциональное значение, встречаемость в природе). Политенные хромосомы – удобная модель для изучения функциональной организации хромосом.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.7	Воспроизведение клеток. Митоз. Нарушения митоза и их последствия.	Деление прокариотических клеток. Способы деления эукариотических клеток. Митоз. Эволюция митоза. Амитоз. Нарушения митоза и их последствия. Понятие о плоидности клеток. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения расхождения хромосом в анафазе митоза. Эндомитоз.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.8	Мейоз как механизм рекомбинации и редукции числа хромосом при формировании половых клеток. Гаметогенез у человека. Споро-и гаметогенез у растений.	Мейоз предшествует процессу полового размножения эукариотических организмов и лежит в основе формирования половых клеток (гамет). Универсальность мейоза и его этапы. Стадии мейоза. Конъюгация хромосом - центральное событие мейоза. Синаптонемальный комплекс. Кроссинговер и его значение. Редукция числа хромосом в первом делении мейоза. Биологический смысл мейоза. Хромосомы типа "ламповых щеток". Различия между мейозом и митозом. Типы мейоза. Гаметогенез у человека. Споро- и гаметогенез у растений.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.9	Нарушения мейоза у растений и животных и их последствия. Хромосомные болезни человека, обусловленные нарушениями мейоза.	Нарушения мейоза во время конъюгации (синапсиса) гомологичных хромосом (асинапсис, десинапсис), их последствия. Нарушения мейоза во время сегрегации хромосом. Причины формирования диплоидных и анеуплоидных гамет у растений и животных. Мейотические полиплоиды растений, их значение и использование. Изменения кариотипа человека, обусловленные нарушениями мейоза. Хромосомные болезни человека. Аутосомные синдромы. Кариотип при анеуплоидии по половым хромосомам. Цитодиагностика хромосомных болезней.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.10	Стволовые клетки и их использование в биомедицине.	Стволовые клетки, их свойства и типы. Многоклеточные организмы развиваются из одной стволовой клетки (зиготы). Клеточная дифференцировка как процесс образования специализированных клеток и тканей, как результат дифференциальной активности генов в ходе развития. Источники получения и банк стволовых клеток. Открытие возможности перепрограммирования зрелых клеток в плюрипотентные (Джон Гардон, Шинья Яманака). Использование стволовых клеток в биомедицине.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
1.11	Реакция клеток на внешние воздействия. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти.	Структурные и функциональные изменения клеток и отдельных клеточных компонентов в процессах реактивности и адаптации. Реакция клетки на повреждающие факторы: коагуляция хроматина, пикноз, фрагментация ядрышка и др. Изменение структуры органоидов при повреждении клетки. Апоптоз и некроз –	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965

		два варианта клеточной смерти. Лимит Хейфлика. Апоптоз - генетически запрограммированная смерть клетки. Примеры апоптоза, структурно-функциональные изменения клеток при апоптозе; ключевые белки апоптоза. Митохондриальный путь апоптоза. Биологическая роль апоптоза в многоклеточном организме. Заболевания, связанные с нарушениями программы апоптоза. Некроз – патологический процесс. Сравнительная характеристика апоптоза и некроза	
2. Лабораторные занятия			
2.2	Методы цитологических исследований	Световая микроскопия: устройство, типы, оптические данные и правила работы с микроскопами. Способы изготовления препаратов для световой микроскопии в зависимости от целей исследования. Измерение микроскопических объектов. Методы контрастирования в световой микроскопии. Конфокальный микроскоп для цитологических исследований.	
2.3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции клеточных мембран. Одномембранные и двумембранные органоиды клетки.	Электронная микроскопия как метод цитологических исследований. Изготовление препаратов для световой микроскопии. Структура и функции клеточных органоидов (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, митохондрии и пластиды). Текущая аттестация №1 по темам: «Методы цитологических исследований, Структурно-функциональная организация клетки».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965
2.4	Структура и функции клеточного ядра. Ядрышко – производное хромосом, место синтеза рРНК и образования рибосом. Хроматин.	Структура и функции интерфазного ядра. Определение частоты встречаемости интерфазных клеток с ядрышками в ядре у различных видов растений и животных. Решение ситуационных задач.	-
2.5	Упаковка ДНК в хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.	Структура, функции и типы митотических хромосом. Анализ полиморфизм числа, морфологии, структуры митотических хромосом у разных видов животных и растений. Понятие о кариотипе. Понятие о кариотипе. Ознакомление с различными методами хромосомного анализа. Кариограмма, идиограмма. Составление кариограммы с использованием дифференциально окрашенных хромосом пшеницы и эгилопса. Ознакомление с методами изучения кариотипа человека. Денверская классификация хромосом человека на основе использования равномерно окрашенных хромосом. Изучение кариотипа и систематизация хромосом человека на основе метода дифференциального окрашивания (Парижская классификация). Освоение записи локализации определенных сегментов на метафазной дифференциально окрашенной хромосоме человека. Определение центромерного индекса дифференциально окрашенных хромосом человека, построение идиограммы. Изучение кариотипа с использованием современных молекулярно-цитогенетических методов (FISH – гибридизация, спектральное кариотипирование и др.). Решение ситуационных задач по теме: половой хроматин для диагностики пола и нарушений в системе половых хромосом.	-
2.6	Клеточный цикл и его регуляция. Политенные хромосомы как результат "сбоя"	Клеточный цикл. Определение митотической активности у растительных объектов. Политенные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла. Текущая аттестация №2 по темам: «Структура и функции клеточного ядра. Структура и функции хромосом. Методы	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965

	клеточного цикла.	хромосомного анализа. Клеточный цикл и его регуляция».	
2.7	Воспроизведение клеток. Митоз. Нарушения митоза и их последствия.	Митоз – универсальный способ деления соматических клеток эукариотических организмов. Нарушения митоза и их последствия. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения расхождения хромосом в анафазе митоза. Оценка митоза в норме и при различных нарушениях. Интерпретация полученных данных. Решение ситуационных задач.	-
2.8	Мейоз как механизм рекомбинации и редукции числа хромосом при формировании половых клеток. Гаметогенез у человека. Споро-и гаметогенез у растений.	Мейоз (типы, стадии, биологическое значение). Сравнительная характеристика митоза и мейоза. Определение стадий мейоза на препаратах. Сперматогенез и овогенез у человека. Спорогенез и гаметогенез у растений.	-
2.9	Нарушения мейоза у растений и животных и их последствия. Хромосомные болезни человека, обусловленные нарушениями мейоза.	Патологии мейоза и их последствия. Рассмотрение различных типов нарушений мейоза и их последствий у растений. Определение мейотического индекса. Изменения кариотипа человека, обусловленные патологиями мейоза. Решение ситуационных задач (различные типы половых клеток в зависимости от нарушения сегрегации половых хромосом у человека). Получение практических навыков определения возможных кариотипов человека при участии в оплодотворении различных по пloidности половых клеток. Хромосомные болезни человека и их цитодиагностика. Текущая аттестация №3 по темам: «Воспроизведение клеток. Митоз, Мейоз. Типы мейоза. Нарушения мейоза и их последствия. Стволовые клетки и их использование в биомедицине. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти».	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Предмет "цитология". Этапы развития. Клеточная теория.	2		-	1	3
2	Методы цитологических исследований	2		4	1	7
3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции клеточных мембран. Одномембранные, двумембранные и немембранные органоиды клетки. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки.	6		2	1	9
4	Структура и функции клеточного ядра. Ядрышко – производное хромосом, место синтеза рРНК и образования рибосом. Хроматин.	4		2	1	7
5	Упаковка ДНК в хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.	4		6	1	11

6	Клеточный цикл и его регуляция. Политенные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла.	2		2	1	5
7	Воспроизведение клеток. Митоз. Нарушения митоза и их последствия.	2		4	1	7
8	Мейоз как механизм рекомбинации и редукции числа хромосом при формировании половых клеток. Гаметогенез у человека. Споро-и гаметогенез у растений	2		4	2	8
9	Нарушения мейоза у растений и животных и их последствия. Хромосомные болезни человека, обусловленные нарушениями мейоза.	2		6	1	9
10	Стволовые клетки и их использование в биомедицине.	2		-	1	3
11	Реакция клеток на внешние воздействия. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти.	2		-	1	3
	Итого:	30		30	12	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Программа дисциплины предусматривает проведение лекционных и лабораторных занятий. Лекционный материал раскрывает основные теоретические вопросы данной дисциплины. Лабораторные занятия обеспечивают формирование необходимых умений и навыков (в рамках соответствующих дисциплине компетенций).

На лабораторных занятиях регулярно проводится опрос по теоретическим вопросам изучаемых тем, разбираются ситуационные задачи, выполняются лабораторные задания. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты цитологических исследований. Результаты лабораторной работы оформляются в рабочей тетради студента в виде рисунка, расчетов, составления таблиц, выводов. В конце лабораторного занятия результаты работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случае пропуска лабораторного занятия студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Выполнение самостоятельной работы (СР) предполагает качественную подготовку ко всем видам заданий: освоение теоретического материала в процессе лекционного курса; подготовку к лабораторным занятиям (освоение теории вопроса; выполнение заданий, предусмотренных программой лабораторного практикума); к текущему контролю знаний и к экзамену. Студенты самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендованных преподавателем учебной литературы и электронных ресурсов (пункты 15 и 16), работы с текстом конспекта лекций. В процессе самостоятельной подготовки при освоении дисциплины необходимо сначала изучить основную литературу, а затем – дополнительную, что будет способствовать более глубокому освоению материала. При подготовке к лабораторным занятиям, тестам и зачетам необходимо пользоваться презентациями лекционных и лабораторных занятий, которые размещены в электронном учебно-методическом комплексе (<https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965>).

При необходимости учебный процесс реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) на платформах Moodle (<https://edu.vsu.ru>), ВГУ «Открытое образование» (<https://openedu.ru/university/vsu/>). В этом случае лекции и лабораторные занятия проводятся в режиме «Видеоконференция», после чего студент предоставляет преподавателю конспект занятия, выполняет тест, или контрольную работу. При

использовании ДОТ обучающийся самостоятельно прослушивает онлайн-курс, содержащий лекционный и лабораторный материал, выполняет задания для самопроверки, а затем проходит промежуточный контроль знаний по материалам онлайн-курса.

Контроль результатов СР обучающихся проводится в ходе проведения лабораторных занятий (опрос, выполнение и сдача лабораторных работ, решение ситуационных задач) и текущей аттестации (выполнение тестовых заданий). Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Верещагина В.А. Цитология / В.А. Верещагина. – М. : Издательский центр "Академия", 2012. – 172.
2	Никитин А.Ф. Биология клетки /А.Ф. Никитин . – СПб.: СпецЛит, 2014. - 167 с. - http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253837
3	Машкина О.С. Цитология : учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, М.В. Белоусов, В.Н. Попов.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. — 97 с. - http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Богданов Ю.Ф. Синаптонемный комплекс – индикатор динамики мейоза и изменчивости хромосом / Ю.Ф. Богданов, О.Л. Коломиец. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 358 с.
5	Борисов Ю.М. В-хромосомы / Ю.М. Борисов, Т. А. Мышлявкина // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138, № 4. – С. 336–351.
6	Коряков Д.Е. Хромосомы. Структура и функции / Д.Е. Коряков, И.Ф. Жимулев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 258 с.
7	Николаев А.П. Основы цитологии и генетики / Николаев А.П. – М. : Изд-во - МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2011. - 39 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52549
8	Разин С.В. Хроматин : упакованный геном / С.В. Разин, А.А. Быстрицкий. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 176 с.
9	Рубцов Н.Б. Многоцветие современной цитогенетики или multicolor FISH today / Н.Б. Рубцов, Т.В. Карамышева // Вестник ВОГиС. – 2000. - №11. - С.11 - 15.
10	Стволинская Н.С. Цитология / Стволинская Н.С. – М.: Прометей, 2012. - 238 с. http://www.knigafund.ru/books/173122
11	Стволовые клетки растений: единство и многообразие / И.Е. Додуева [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, №4. – С. 441-458.
12	Современные представления о структурной организации хроматина / А.В. Илотовский [и др.] // Цитология. - 2012. – Т. 54, № 4. – С. 298–306.
13	Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию / Ю.С. Ченцов. – М. : Академкнига, 2005. – 493 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
14	Цитология : электронный учебно-методический комплекс. – https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965
15	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – http://www.lib.vsu.ru
16	ЭБС Электронная библиотека технического вуза. – URL: http://www.studmedlib.ru
17	eLIBRARY.RU – научная электронная библиотека

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Машкина О.С. Цитология : учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, М.В. Белоусов, В.Н. Попов.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. — 97 с. - http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные

образовательные технологии (ДОТ). Программа курса реализуется с применением УМК «Цитология» (<https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965>).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: специализированная мебель, проектор ACER x115 H, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», экран настенный Digis optimal, WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 190
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель, проектор NEC V281W, экран настенный Digis optimal, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», шкаф с вытяжным устройством малый, микроскопы ("Микмед-1", Primo Star, "Микмед-6", Микмед 2, Микромед 3 var. 3-20, Carl Zeiss), WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 187
Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы: специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 67
Компьютерный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы: специализированная мебель, компьютеры (системный блок Pentium Dual Core CPU E6500, монитор LG Flatron L1742 (17 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5
Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы: специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Core i5-2300 CPU, монитор LG Flatron E2251 (10 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: специализированная мебель, проектор ACER x115 H, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 184а

Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Предмет "цитология". Этапы развития. Клеточная теория.	ОПК-2	ОПК-2.1	Вопросы для устного опроса
2	Методы цитологических исследований	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Вопросы для устного опроса Тест
3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции клеточных мембран. Одномембранные, двумембранные и немембранные органоиды клетки. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Тест
4	Структура и функции клеточного ядра. Ядрышко – производное хромосом, место синтеза	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Тест

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	рРНК и образования рибосом. Хроматин.			
5	Упаковка ДНК в хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Ситуационная задача. Тест
6	Клеточный цикл и его регуляция. Полиплоидные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла.	ОПК-2	ОПК-2.1	Вопросы для устного опроса
7	Воспроизведение клеток. Митоз. Нарушения митоза и их последствия.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Ситуационные задачи Тест
8	Мейоз как механизм рекомбинации и редукции числа хромосом при формировании половых клеток. Гаметогенез у человека. Споро-и гаметогенез у растений	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Тест
9	Нарушения мейоза у растений и животных и их последствия. Хромосомные болезни человека, обусловленные нарушениями мейоза.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Ситуационные задачи. Тест
10	Стволовые клетки и их использование в биомедицине.	ОПК-2	ОПК-2.1	Реферат
11	Реакция клеток на внешние воздействия. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти.	ОПК-2	ОПК-2.1	Реферат
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Вопросы для устного опроса
2. Тест
3. Реферат
4. Практические задания
5. Ситуационные задачи

20.1.1 Примеры вопросов для устного опроса к разделу «Методы цитологических исследований» (пример)

1. Световая микроскопия: устройство, типы, оптические данные, правила работы с микроскопом.
2. Способы изготовления препаратов для световой микроскопии. Основные этапы приготовления постоянного гистологического препарата.
3. Разрешающая способность микроскопа.

4. Методы контрастирования в световой микроскопии: фазово-контрастная и флуоресцентная микроскопия, метод наблюдения в поляризованном свете, метод темного поля. Конфокальная микроскопия.
5. Использование цифровых видеокамер для регистрации изображений. Методы анализа изображения клеточных культур.
6. Методы прижизненного изучения клеток. Метод клеточных культур (*in vitro*) и клеточной инженерии (гибридизации клеток).
7. Изотопный анализ клеток и тканей (метод авторадиографии).
8. Фракционирование клеток (дифференциальное центрифугирование).
9. Измерение микроскопических объектов.
10. Электронная микроскопия просвечивающего и сканирующего типов (возможности, устройство, принципы работы, техника микроскопирования).
11. Особенности изготовления микропрепаратов для электронной микроскопии.
12. Мегавольтная электронная микроскопия.
13. Молекулярно-цитогенетические методы хромосомного анализа (FISH – гибридизация, спектральное кариотипирование и др.).

Критерии оценки:

«зачтено» выставляется студенту, если он ответил на поставленный вопрос полностью или при ответе допустил некоторые неточности.

«не зачтено» выставляется студенту, если он не ответил на поставленный вопрос.

20.1.2 Тестовые задания

Выбрать правильные ответы (один или несколько)

1. В интерфазном ядре происходят следующие процессы: 1. Воспроизводство генетической информации (репликация ДНК); 2. транскрипция (считывание генетической информации с ДНК и синтез различных типов РНК); 3. Процессинг (созревание первичных транскриптов); 4. Трансляция (синтез белка)
2. От чего зависит количество ядрышек в клетке: 1. от количества хромосом с первичными перетяжками; 2. от количества хромосом с вторичными перетяжками; 3. от общего количества хромосом; 4. от количества рибосом.
3. Основным белком хроматина (ДНП) является: 1) негистоновые белки; 2) гистоны; 3) фибриллин; 4) нуклеолин.
4. Кто впервые определил количество хромосом в соматических (диплоидных) клетках человека? 1) Т. Шванн и М. Шлейден; 2) Дж. Тио и А. Леван; 3) М. Мальпиги и Н. Грю; 4) Ж. Лежен; 5) Т. Касперсон
5. Какой метод дифференциального окрашивания позволяет даже в интерфазном ядре идентифицировать Y-хромосому? 1. Т-метод; 2. G-метод; 3. C-метод; 4. Q-метод; 5. R-метод.
6. С помощью какого вещества осуществляют остановку митоза и сокращение хромосом для изучения кариотипа человека? 1. Фитогемагглютинином; 2. Гематоксилином; 3. Колхицином; 4. Гипотоническим раствором.
7. Хромосомы с центромерным индексом 45-49% согласно Денверской классификации относятся к группе: 1) метацентрических, 2) субметацентрических, 3) акроцентрических
8. Ключевыми белками, вовлеченными в регуляцию клеточного цикла, являются: 1) белки циклины (сус); 2) гистоны; 3) негистоновые белки; 4) циклин-зависимые киназы (cdk); 5) каспазы.
9. К чему могут привести многократные раунды репликации ДНК в интерфазе без последующего вступления клетки в митоз и деления хромосом: 1. полиплоидии; 2. политении; 3. Анеуплоидии; 4. автоплоидии.
10. Укажите хромосомные болезни человека, относящиеся к синдромам, связанным с изменениями в системе половых хромосом: 1) Синдром Дауна; 2) Синдром Шершевского-Тернера; 3) Синдром Клайнфельтера; 4) Синдром Патау

Дать короткий ответ

1. В соматических клетках сорго содержится 20 хромосом. Какое число хромосом будут иметь клетки моносомика?

2. Какой способ деления диплоидной клетки обеспечит образование генетически неравнозначных гаплоидных клеток?
3. Сделайте запись локализации сегмента, если он находится в первом сегменте третьего района длинного плеча первой хромосомы
4. Определите, какое число телец полового хроматина можно обнаружить в интерфазных ядрах людей со следующими кариотипами: 46, XX; 48, XXXY.
5. Сделайте заключение о возможном кариотипе индивидуума, имеющего следующие особенности: фенотип мужской, в интерфазных ядрах соматических клеток имеется одно тельце полового хроматина

Работа с рисунком. Определить на какой стадии митоза находится клетка.

Какой цифрой показана клетка на стадии профазы?	
Какой цифрой показана клетка на стадии метафазы?	
Какой цифрой показана клетка на стадии анафазы?	
Какой цифрой показана клетка на стадии телофазы?	

Подписать рисунки

Схема клеточного цикла (подпишите все этапы)

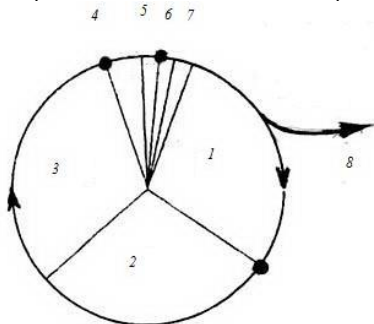
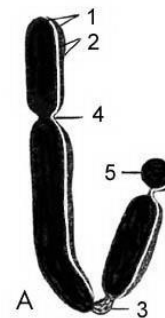


Схема строения митотической хромосомы, подпишите все ее составляющие



Ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. На клетку действовали препаратами, вызывающими разрушение белков тубулинов. Какие структуры и процессы нарушатся?
2. Какие нарушения митоза могут привести к некротному изменению числа хромосом в клетке?

Эссе:

1. В анафазе первого деления мейоза наблюдается полное нерасхождение хромосом. Каковы возможные цитологические последствия данного нарушения у растений и животных?

Критерии оценки:

«зачтено» выставляется студенту, если он набирает более 60% от максимально возможного балла за тест.

«не зачтено» выставляется студенту, если он набирает менее 60 % от максимально возможного балла за тест.

20.1.3 Темы рефератов (примеры):

1. Черты сходства и различия в организации и делении прокариотических и эукариотических клеток.

2. Современные методы изучения структуры и функции клетки.
3. Методы контрастирования в световой микроскопии. Конфокальная микроскопия.
4. Методы изучения локализации, динамики синтеза и транспорта веществ в клетке.
5. Стволовые клетки и их использование в биомедицине.
6. Структура и функции хроматина. Эухроматин и гетерохроматин.
7. Половой хроматин и его использование для диагностики пола и аномалий в системе половых хромосом.
8. Митохондрии –«энергетические станции» клетки. Болезни человека, связанные с патологией митохондрий (митохондриальные болезни).
9. Ядрышко: ультраструктура, функции, образование.
10. Уровни компактизации (упаковки) ДНК в составе хромосом эукариот.
11. Структурно-функциональная организации хромосом у прокариот и эукариот (сравнительный анализ). Избыточная ДНК. Использование микросателлитов в качестве молекулярных маркеров для идентификации личности, установления степени родства и др.
12. Кариотип человека и методы его изучения.
13. Молекулярно-цитогенетические методы: ISH- и FISH- гибридизация (гибридизация in situ), спектральное кариотипирование (хромосомный пэинтинг) и их использование для изучения кариотипа человека и диагностики наследственных заболеваний.
14. Клеточный цикл и его регуляция.
15. Политенные гигантские хромосомы и хромосомы типа “ламповых щеток”: строение, функции, отличие от метафазных хромосом.
16. Нарушения митоза и их последствия. Понятие о пloidности клеток. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения расхождения хромосом в анафазе митоза.
17. Изменения кариотипа, обусловленные патологиями мейоза.
18. Хромосомные болезни человека.
19. Реакция клеток на внешние воздействия.
20. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти

Критерии оценки:

«зачтено» ставится студенту, если он раскрыл тему реферата, опираясь на современные исследования, в тексте отсутствуют орфографические и синтаксические ошибки, стилистических погрешностей, соблюдены требования к оформлению.

«не зачтено» ставится студенту, если он не раскрыл тему реферата.

20.1.4 Практические задания (примеры):

1. Вычислить значение разрешающей способности микроскопа при использовании низкоапертурных и высокоапертурных объективов и освещении объекта лучами с длиной волны 0,55 мкм и 0,47 мкм. Сделать вывод при использовании каких объективов и при каком освещении наиболее высокая разрешающая способность.

2. Изготовить давленные препараты из корешков разных видов растений. Рассмотреть под микроскопом изготовленные давленные препараты, а также готовые препараты: мазок крови лягушки, клетки эпителиальных, соединительных и нервных тканей крысы. Сравнить и зарисовать в тетради при большом увеличении общую структуру животной и растительной клетки (по 2-3 клетки). Перечислить основные различия в строении клеток животных и растений.

3. Используя готовые препараты и микрофотографии (световые и электронно-микроскопические), рассмотреть и зарисовать структуру интерфазного ядра.

4. Рассмотреть препараты соматических клеток различных объектов (растительного и животного происхождения) под световым микроскопом, подсчитать количество встречающихся у них ядрышек и сделать выводы о возможном количестве ядрышкообразующих хромосом у проанализированных объектов.

5. Используя ксерокопию дифференциально окрашенных хромосом, определить центромерный индекс для каждой хромосомы в паре (всего 22 аутосомы и половые хромосомы x и y) и ее тип (метацентрическая, субметацентрическая, акроцентрическая). Распределить хромосомы по группам согласно Денверской классификации. Результаты оформить в виде таблицы.

Оформление результатов измерения хромосом человека

Группа	Номер хромосомы в паре	Длина, мм		Всей хромосомы	Центромерный индекс, %	Тип хромосомы
		плеча				
		короткого	длинного			

6. Изучить под световым микроскопом готовые препараты (корень лука, пшеницы, сосны обыкновенной, яйцо аскариды, печень аксолотля), микрофотографии и схемы. Зарисовать схему митоза растительной (или животной) клетки, содержащей 4 хромосомы. Дать краткую характеристику основных фаз митоза. Отметить отличия кариокинеза растительной и животной клетки.

7. Используя готовые препараты, рассмотреть различные периоды клеточного цикла. Нарисовать схему клеточного цикла клеток, содержащих 6 хромосом, подписать все его периоды. Указать число хромосом (n), число хроматид и относительное содержание ДНК (c) для всех периодов клеточного цикла. Сделать вывод как изменяется число хромосом и количество ДНК в ходе клеточного цикла.

8. Используя готовые препараты, рассмотреть морфологию политенных хромосом хирономуса. Зарисовать политенные хромосомы, указав на рисунке диски, междисковые участки и пучки.

9. Изучить под световым микроскопом готовые препараты с мейозом у различных растительных объектов (микроспорогенез у сосны, лиственницы, тополя и др.), микрофотографии (мейоз у ржи, вишни, черешни) и схемы. Определить и зарисовать все фазы и стадии мейоза.

10. На примере ржи (с использованием светооптических и электронномикроскопических микрофотографий) рассмотреть нарушения мейоза при микроспорогенезе во время конъюгации хромосом (асинапсис, десинапсис) и их цитологические последствия в первом и во втором делении мейоза, на стадии спорад. Зарисовать в тетради.

11. Провести тетрадный анализ диплоидного и триплоидного растения, определить мейотический индекс. Сделать выводы.

Критерии оценки:

«зачтено» выставляется студенту, если задание правильно оформлено в тетради, самостоятельно сформулированы выводы.

«не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено.

20.1.5 Ситуационные задачи (примеры):

1. Определить основное число хромосом и уровень ploидности у видов рода *Rubus*. а) *Rubus idaeus* L., $2n=14$; б) *R. formosensis*, $2n=28$; в) *R. laciniatus*, $2n=42$; г) *R. buergeri*, $2n=56$.

2. Определить уровень ploидности различных видов картофеля, имеющих основное число хромосом, равное 12. а) *Solanum gibberuloseum* Jus. et Bik, $2n=24$; б) *S. maglia* Schlecht, $2n=36$; в) *S. tuberosum* L. (культурный), $2n=48$; г) *S. demissum* Lind. L., $2n=72$.

3. Основное число хромосом в роде *Beta* (свекла) равно 9. Какое число хромосом имеют диплоидные, триплоидные и тетраплоидные растения?

4. В соматических клетках пшеницы содержится 42 хромосомы. Какое число хромосом будут иметь клетки трисомии, моносомии и нуллисомии?

5. Сделать заключение о возможном кариотипе индивидуума, имеющего следующие особенности: 1) фенотип женский, соматические клетки имеют одно тельце полового хроматина; 2) фенотип женский, половой хроматин отсутствует; 3) фенотип женский, соматические клетки имеют два тельца полового хроматина; 4) фенотип мужской, соматические клетки имеют одно тельце полового хроматина.

6. Нерасхождение половых хромосом у женщины происходит в 1 делении мейоза. Поясните в виде схемы: а) какие могут образоваться типы женских половых клеток (яйцеклеток); б) возможные варианты возникновения зигот девочек (и их кариотипы) при слиянии аномальных половых клеток женщины с нормальными половыми клетками мужчины.

7. Нерасхождение половых хромосом у мужчины происходит во 2-ом делении мейоза. Поясните в виде схемы: а) какие могут образоваться типы мужских половых клеток (спермии); б) возможные варианты возникновения зигот девочек и мальчиков (и их кариотипы) при слиянии аномальных половых клеток мужчины с нормальными половыми клетками женщины.

8. Поясните в виде схемы в результате каких нарушений мейоза и при наличии каких гамет могут образоваться следующие кариотипы человека: 1) ♀49, XXXXX; 2) ♂48, XXXY.

9. Нерасхождение половых хромосом происходит в 1-ом и во 2-ом делении мейоза. Поясните в виде схемы возможные типы формирования гамет у: 1) мужчины; 2) женщины.

10. Нерасхождение половых хромосом у мужчины происходит во втором делении мейоза. Укажите возможные кариотипы девочек и мальчиков при слиянии аномальных половых клеток мужчины с нормальными половыми клетками женщины. 1) 47, хуу и 47, ххх; 2) 47 хху и 47,ххх; 3) 47, хху и 45, х; 4) 47, ххх и 46, ху

Критерии оценки:

«зачтено» выставляется студенту, если он задание полностью выполнено и правильно оформлено в тетради.

«не зачтено» выставляется студенту, если он не выполнил задание, не оформил (или небрежно оформил) его в тетради.

Технология проведения. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация производится в формах:

- устного опроса (индивидуальный опрос);
- письменных работ (рефераты, выполнение ситуационных задач);
- лабораторных работ (практических заданий);
- тестирования (проводится блочно в три срока по мере прочтения лекций и проведения лабораторных занятий по определенным темам с использованием электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Цитология»),

<https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965>. Тестирование включает в себя разноуровневые задания (вопросы, рисунки, задачи), позволяющие лучше оценить знания обучающегося. Для ответа на вопросы требуется знание материала лекционных и лабораторных занятий, а также материала, рекомендованного для самостоятельной работы.

Критерии оценивания приведены выше. При оценивании используются количественные и качественные шкалы оценок.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся. Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет. Обязательным условием допуска студентов к зачету является выполнение и сдача лабораторных работ, положительные результаты текущей аттестации (выполнение письменных работ, практических и тестовых заданий).

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- вопросов к зачету

Перечень вопросов к зачету:

1. Задачи и этапы развития цитологии. Значение учения о клетке для медицины и селекции растений.
2. Клеточная теория, ее основные положения.
3. Стволовые клетки (определение, свойства, типы, открытие возможности перепрограммирования зрелых клеток в плюрипотентные). Использование в биомедицине.
4. Световая микроскопия. Методы прижизненного изучения клеток (фазово-контрастная и флуоресцентная микроскопия). Разрешающая способность микроскопа.
5. Методы цитологических исследований: метод клеточных культур и клеточной инженерии; изотопный анализ клеток и тканей (метод автордиографии); фракционирование клеток (дифференциальное центрифугирование).
6. Методы изготовления давленных и постоянных микропрепаратов для световой микроскопии.
7. Измерение микроскопических объектов.
8. Электронная микроскопия просвечивающего и сканирующего типов. Мегавольтная электронная микроскопия. Особенности изготовления микропрепаратов для электронной микроскопии.

9. Общая характеристика структуры клетки. Основные различия между животными и растительными клетками.
10. Черты сходства и различия в организации прокариотических и эукариотических клеток. Вирусы – неклеточные формы жизни.
11. Общие свойства клеточных мембран, их структура и функции.
12. Поверхностный аппарат клетки. Плазматическая мембрана (ее структура и функции). Значение гликокаликса. Структура и функции клеточной оболочки растений.
13. Транспорт веществ через мембрану (диффузный, пассивный, активный). Na- K- насос. Эндоцитоз и экзоцитоз.
14. Классификация и морфология межклеточных контактов.
15. Эндоплазматический ретикулум (типы, строение и функции).
16. Аппарат Гольджи (строение и функции).
17. Морфо-функциональная организация и типы лизосом, их происхождение. Пероксисомы. Лизосомные и пероксисомные болезни. Вакуоли растительных клеток.
18. Митохондрии (морфология, структура и функции). Хондриом.
19. Пластиды (строение, функции, типы пластид, онтогенез).
20. Структурно-функциональная организация генома пластид и митохондрий. Митохондриальные болезни человека.
21. Происхождение эукариотических клеток.
22. Цитоскелет клетки: микрофиламенты, микротрубочки. Организация веретена деления.
23. Рибосомы, их строение и функции.
24. Клеточный центр.
25. Структура и функции интерфазного ядра. Роль ядра в хранении и передаче наследственной информации, жизнедеятельности клетки.
26. Структура и функции ядрышка; строение ядрышка (по данным световой и электронной микроскопии), функции, образование.
27. Транскрипция и процессинг рРНК. Основные структурные компоненты ядрышка. Изменение структуры ядрышка в зависимости от его функциональной активности.
28. Структура и функции хроматина. Эухроматин и гетерохроматин.
29. Половой хроматин и его использование для диагностики пола и аномалий в системе половых хромосом.
30. Уровни компактизации (упаковки) ДНК в составе хромосом.
31. Структурно-функциональная организации хромосом у прокариот и эукариот (сравнительный анализ). Избыточная ДНК.
32. Организация метафазной хромосомы эукариот. Понятие о кариотипе.
33. Методы изучения и идентификации хромосом: метод сплошной (рутинной) окраски хромосом; метод дифференциального окрашивания; молекулярно-цитогенетические методы (гибридизация *in situ*: *ISH* и *FISH*-гибридизация и др.).
34. Кариотип человека и методы его изучения и диагностики хромосомных болезней.
35. Клеточный цикл и его регуляция. Циклины и циклин зависимые киназы, их роль в регуляции клеточного деления.
36. Политенные гигантские хромосомы (образование, структура, отличие от метафазных хромосом).
37. Хромосомы типа “ламповых щеток”. Добавочные хромосомы.
38. Хромосомы вирусов, прокариот и клеточных органелл эукариот (митохондрий и хлоропластов). Хромосомы дрожжей.
39. Митоз и его биологическое значение.
40. Амитоз. Сравнительная характеристика митоза и амитоза.
41. Патологии митоза и их последствия.
42. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения расхождения хромосом в митозе.
43. Мейоз и его биологическое значение.
44. Профаза мейоза. Кроссинговер, его биологическое значение.
45. Митоз и мейоз, их сходства и отличия.
46. Типы мейоза. Спорогенез и гаметогенез, процесс оплодотворения у растений.
47. Гаметогенез у человека. Сперматогенез и овогенез (сравнительная характеристика).
48. Патологии мейоза и их последствия.
49. Изменения кариотипа человека, обусловленные патологиями мейоза. Хромосомные болезни человека.

50. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти. Цитологические признаки гибели клетки.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

1) знание учебного материала (современных методов цитологических исследований; современное состояние вопроса о структурно-функциональной организации и жизнедеятельности клеток (прокариот и эукариот, животных и человека) в норме и при патологиях) и владение понятийным аппаратом;

2) умение применять фундаментальные знания по цитологии в работе с биологическими объектами, использовать в сфере профессиональной деятельности; регистрировать, анализировать и интерпретировать полученные результаты; решать ситуационные задачи;

3) умение применять полученные навыки микроскопической техники, современные методы цитологических исследований для оценки особенностей строения и жизнедеятельности клетки в норме и при различных патологиях;

4) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

5) владение основными цитологическими методами микроскопической техники, различными способами изготовления препаратов и их цитологического анализа; методами исследования и оценки структурно-функционального состояния клеток организма для решения профессиональных задач;

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

При оценивании компетенций используется следующая шкала:

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, если он владеет знаниями по изучаемой дисциплине, знает основные понятия и программный материал (лекционный и лабораторный) по курсу "Цитология"; выполнил программу лабораторных занятий и по результатам тестирования получил более 60% правильных ответов.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, если у него отсутствуют знания по основным вопросам курса (незнание, либо отрывочное представление об учебно-программном материале), не выполнена программа лабораторных занятий, не выполнены тестовые задания.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание основных понятий и методов цитологических исследований; современного состояния вопроса о структурно-функциональной организации и жизнедеятельности клеток (прокариот и эукариот, животных и человека) в норме и при патологиях. Обучающийся способен иллюстрировать ответ примерами, использовать фундаментальные знания по цитологии в работе с биологическими объектами; регистрировать, анализировать и интерпретировать полученные результаты.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено (5)</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному-двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Содержатся отдельные пробелы в знании методов цитологических исследований; современного состояния вопроса о структурно-функциональной организации и жизнедеятельности клеток; недостаточно продемонстрировано умение использовать микроскопическую технику и современные методы цитологических исследований в работе с биологическими объектами.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено (4)</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания методов цитологических исследований; современного состояния вопроса о структурно-функциональной организации и жизнедеятельности клеток; не умеет использовать микроскопическую технику и современные методы цитологических исследований в работе с биологическими	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено (3)</i>

объектами.		
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, демонстрирует отсутствие умений и навыков использования микроскопической техники и современных методов цитологических исследований в работе с биологическими объектами.	–	<i>Не зачтено</i>