

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
генетики, цитологии и биоинженерии

Попов В.Н.

06.04.2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.23 Цитология**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки:** Биомедицина, Биофизика, Биохимия, Ботаника, Генетика, Зоология, Физиология
- 3. Квалификация выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** генетики, цитологии и биоинженерии
- 6. Составители программы:**  
Машкина Ольга Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент  
Кокина Анастасия Васильевна, ассистент
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 21.03.2022, протокол № 2
- 8. Учебный год:** 2022-2023 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. — 3 ЗЕТ / 108 час.**

**Форма промежуточной аттестации \_\_зачет \_\_**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		2 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	60	60		
в том числе:	лекции	30	30	
	практические			
	лабораторные	30	30	
Самостоятельная работа	48	48		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации - <i>зачет</i>				
Итого:	108	108		

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
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.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
1.3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции	Ультраструктурная организация клетки. Общая характеристика и основные различия структуры растительной и животной клетки. Цитоплазма и	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

	<p>клеточных мембран. Одномембранные, двумембранные и немембранные органоиды клетки. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки.</p>	<p>гиалоплазма. Структура и функции клеточных мембран. Транспорт веществ через мембрану. Межклеточные 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>	<p><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">u/course/view.php?id=1965</a></p>
<p>1.4</p>	<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>ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a></p>
<p>1.5</p>	<p>Упаковка ДНК в</p>	<p>Уровни компактизации ДНК эукариотической клетки</p>	<p>ЭУМК</p>

	хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.	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 (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.	Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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 пуфов, функциональное значение, встречаемость в природе). Политенные хромосомы – удобная модель для изучения функциональной организации хромосом.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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 ploидности клеток. Полиплоидия и анеуплоидия как результат нарушения расхождения хромосом в анафазе митоза. Эндомитоз.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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.	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
1.10	Стволовые клетки и их использование в	Стволовые клетки, их свойства и типы. Многоклеточные организмы развиваются из одной	ЭУМК Цитология

	биомедицине.	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.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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 – 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	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
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».	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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 n 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" клеточного цикла.	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 хромосомного анализа. Клеточный цикл и его регуляция».	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>
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 ploidy 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».	ЭУМК Цитология <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Предмет "цитология". Этапы развития. Клеточная теория.	2		-	4	6
2	Методы цитологических исследований	2		4	4	10

3	Ультраструктурная организация клетки. Структура и функции клеточных мембран. Одномембранные, двумембранные и немембранные органоиды клетки. Цитоскелет - опорно-двигательная система клетки.	6		2	4	12
4	Структура и функции клеточного ядра. Ядрышко – производное хромосом, место синтеза рРНК и образования рибосом. Хроматин.	4		2	4	10
5	Упаковка ДНК в хромосомах. Структура и функции хромосом. Методы хромосомного анализа.	4		6	4	14
6	Клеточный цикл и его регуляция. Полиплоидные хромосомы как результат "сбоя" клеточного цикла.	2		2	4	8
7	Воспроизведение клеток. Митоз. Нарушения митоза и их последствия.	2		4	4	10
8	Мейоз как механизм рекомбинации и редукции числа хромосом при формировании половых клеток. Гаметогенез у человека. Споро-и гаметогенез у растений	2		4	4	10
9	Нарушения мейоза у растений и животных и их последствия. Хромосомные болезни человека, обусловленные нарушениями мейоза.	2		6	4	12
10	Стволовые клетки и их использование в биомедицине.	2		-	6	8
11	Реакция клеток на внешние воздействия. Апоптоз и некроз – два варианта клеточной смерти.	2		-	6	8
	Итого:	30		30	48	108

#### 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. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253837">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253837</a>
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. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf</a>

### 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. - <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52549">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52549</a>
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. <a href="http://www.knigafund.ru/books/173122">http://www.knigafund.ru/books/173122</a>
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. – <a href="https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965">https://moodle.vsu.ru/course/view.php?id=1965</a>

15	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
16	ЭБС Электронная библиотека технического вуза. – URL: <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
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. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-114.pdf</a>

## 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:

<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> 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
<b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> 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 вар. 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
<b>Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы:</b> 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
<b>Компьютерный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы:</b> 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
<b>Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы:</b> 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
<b>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> 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
-------	--	----------------	-------------------------------------	--------------------

№ 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 рРНК и образования рибосом. Хроматин.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практическое задание Тест
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. Политенные 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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
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 (Примеры, структура теста)

**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)
- От чего зависит количество ядрышек в клетке: 1. от количества первичных перетяжек; 2. от количества вторичных перетяжек; 3. От общего количества хромосом.
  - Основным белком хроматина (ДНП) является: 1) негистоновые белки; 2) гистоны; 3) фибриллин; 4) нуклеолин.
  - Какие процессы происходят при участии интерфазных хромосом? 1. Репликация; 2. Транскрипция; 3. Распределение и перенос генетического материала в дочерние клетки.
  - Сколько аутомосом в хромосомном наборе у человека: 1) 44; 2) 46; 3) 48
  - 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
  - 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.
  - С помощью какого вещества осуществляют остановку митоза и сокращение хромосом для изучения кариотипа человека? 1. Фитогемагглютинином; 2. Гематоксилином; 3. Колхицином; 4. Гипотоническим раствором.
  - Хромосомы с центромерным индексом 45-49% согласно Денверской классификации относятся к группе: 1) метацентрических, 2) субметацентрических, 3) акроцентрических
  - Ключевыми белками, вовлеченными в регуляцию клеточного цикла, являются: 1) белки циклины (сус); 2) гистоны; 3) негистоновые белки; 4) циклин-зависимые киназы (cdk); 5) каспазы.
  - 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.
  - На клетку подействовали препаратами, вызывающими разрушение белков тубулинов. Какие структуры и процессы нарушатся? 1. Митохондрии и синтез АТФ; 2. Рибосомы и синтез белка; 3. Образование веретена деления и расхождение хромосом к полюсам; 4. Пластиды и процесс фотосинтеза.
  - Какие нарушения митоза могут привести к некротному изменению числа хромосом в клетке? 1) отставание отдельных хромосом в анафазе; 2) полное нерасхождение сестринских хроматид в анафазе; 3) мосты в анафазе; 4) нарушение цитотомии.
  - Аутомосомные хромосомные болезни (синдромы) – это болезни, обусловленные: 1) изменением числа или структуры неполовых хромосом; 2) изменением числа или структуры половых хромосом; 3) изменением кариотипа.
  - 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

**Сделать запись локализации сегмента на дифференциально окрашенной хромосоме человека**

- Сделайте запись локализации сегмента, если он находится в первом сегменте третьего района длинного плеча первой хромосомы
- Сделайте запись локализации сегмента, если он находится в первом сегменте второго района длинного плеча 17-й хромосомы.

**Определить число телец полового хроматина в интерфазных ядрах людей с различными кариотипами**

- Определите, какое число телец полового хроматина можно обнаружить в интерфазных ядрах людей со следующими кариотипами: 46, XX; 48, XXXY.
- Определите, какое число телец полового хроматина можно обнаружить в интерфазных ядрах людей со следующими кариотипами: 46, XY; 47, XXX

**Сделать заключение о возможном кариотипе индивидуума (написать формулу кариотипа)**

1. Сделайте заключение о возможном кариотипе индивидуума, имеющего следующие особенности: фенотип мужской, в интерфазных ядрах соматических клеток имеется одно тельце полового хроматина ...
2. Сделайте заключение о возможном кариотипе индивидуума, имеющего следующие особенности: фенотип женский, в интерфазных ядрах соматических клеток половой хроматин отсутствует ....

**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?	

**Дать письменный ответ**

1. Сколько хромосом в соматических (диплоидных) клетках человека?
2. Сколько хромосом в половых (гаплоидных) клетках человека?
3. Напишите формулу нормального кариотипа женщины
4. Напишите формулу нормального кариотипа мужчины

**Подписать рисунки**

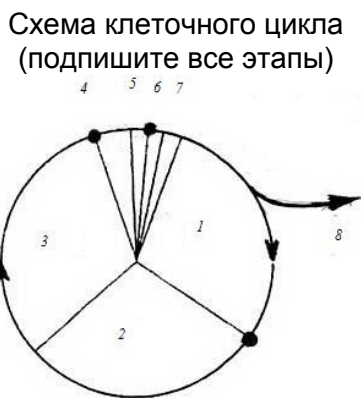
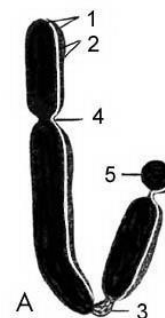


Схема строения митотической хромосомы,  
подпишите все ее составляющие



**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 плоидности 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		Центромерный индекс, %	Тип хромосомы	
		плеча				Всей хромосомы
		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 пуфы.

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 авторадиографии); 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<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-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 организация 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.