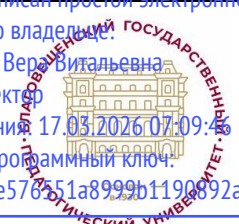



Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Щёкина Веры Витальевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.03.2026 07:09:48  
Уникальный программный ключ:  
a2232a55157e578751a8999b1190892af53989420420336ffbf577ca434e57789

	<b>МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>
	<b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»</b>
	<b>ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины</b>

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан естественно-географического  
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

 **И.А. Трофимова**

«26» марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«ЦИТОЛОГИЯ»**

**Направление подготовки  
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль  
«БИОЛОГИЯ»**

**Профиль  
«ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры  
биологии и методики обучения биологии  
(протокол № 6 от «26» марта 2025 г.)**

**Благовещенск 2025**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) .....</b>	<b>5</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>10</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>30</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>30</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>39</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>40</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>40</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>43</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** формирование систематизированных знаний в области биологии клетки.

**1.2 Место дисциплины в структуре ООП:** дисциплина «Цитология» относится к дисциплинам предметного модуля по профилю «Биология» части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 (Б1.В.01.02).

Для изучения дисциплины «Цитология» необходимы знания в области общей биологии, общей химии. Дисциплина является необходимой основой для изучения цитогенетики, генетики, гистологии, анатомии и морфологии человека, физиологии растений, физиологии человека и животных и др.

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** ОПК-8, ПК-2:

- **ОПК-8.** Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний, **индикатором** достижения которой является:

- ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области;

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикатором** достижения которой является:

- ПК-2.1 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов биологии (ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, биологии развития, анатомии человека, физиологии растений и животных, общей экологии, теории эволюции) для решения теоретических и практических задач.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- методы научного исследования в современной цитологии;
- учение о клетке как элементарной единице живого;
- химическую и структурную организацию эукариотической клетки;
- организацию генетического аппарата клетки и механизмы реализации генетической информации в клетке;

- основы жизнедеятельности клетки;

- способы и механизмы клеточного деления;

**уметь:**

- самостоятельно работать с учебной литературой и электронными ресурсами;
- вести поиск научно достоверной информации по биологии клетки;
- критически анализировать и структурировать информацию по дисциплине;
- сравнивать химическую и структурную организацию клеток представителей разных царств биоты;

- наблюдать и анализировать объекты при световой микроскопии;

- анализировать электронно-микроскопические фотографии клеток и их структур;

- оформлять результаты наблюдений в виде зарисовок и описаний;

**владеть:**

- навыками работы с учебной литературой, электронными образовательными ресурсами;

- навыками эксплуатации светового микроскопа;

- навыками применения лабораторного оборудования при изучении клеток;

- навыками презентации цитологической информации.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины** составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 2
Общая трудоемкость	108	108
Контактная работа	64	64
Лекции	28	28
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа	44	44
Вид итогового контроля		зачёт

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 2.1 Очная форма обучения

#### Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение. Предмет, методы, история цитологии	8	2	2	4
2.	Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки	10	4	4	2
3.	Биологические мембраны	12	4	4	4
4.	Структура и функции цитоплазмы. Клеточные включения	6	2	2	2
5.	Мембранные органоиды	10	2	4	4
6.	Строение интерфазного ядра, хромосомный аппарат клетки	8	2	2	4
7.	Органоиды синтеза белков	10	2	4	4
8.	Фибриллярные структуры клетки	10	2	4	4
9.	Энергетика клетки	8	2	2	4
10.	Клеточный цикл. Эндорепродукция	6	2	2	2
11.	Способы деления клеток	12	2	4	6
12.	Старение и смерть клеток	8	2	2	4
Всего:		108	28	36	44

#### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Тема 2. Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки	ЛК	Лекция-дискуссия	2
2.	Тема 2. Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки	ПР	Работа в малых группах	2
3.	Тема 3. Биологические мембраны	ПР	Коллоквиум	2
4.	Тема 4. Структура и функции цитоплазмы. Клеточные включения	ПР	Анализ препаратов, собеседование	2
5.	Тема 5. Мембранные органоиды	ПР	Коллоквиум	2
6.	Тема 7. Органоиды синтеза белков	ПР	Коллоквиум	2

7.	Тема 8. Фибриллярные структуры клетки	ПР	Коллоквиум	2
8.	Тема 9. Энергетика клетки	ПР	Защита докладов, дискуссия	2
9.	Тема 11. Способы деления клеток	ПР	Коллоквиум	2
10.	Тема 12. Старение и смерть клеток	ПР	Защита докладов, дискуссия	2
	<b>ИТОГО</b>		<b>20/64=31 %</b>	

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### Тема 1. Введение. Предмет, методы, история цитологии

Предмет цитологии. Положение цитологии в системе биологических наук. Связь со смежными дисциплинами. Значение цитологических открытий для формирования естественнонаучного мировоззрения. Краткая история цитологии. Микробиологи 17 века. Совершенствование методов световой микроскопии в 19 веке, создание клеточной теории строения организмов Шлейденом и Шванном. Открытия начала 20 века в генетике и молекулярной биологии. Применение электронного микроскопа для изучения тонкого строения клеток. Дифференциальное центрифугирование, автордиография, клеточные культуры. Современные методы цитологического исследования. Экспериментальная цитология. Проект «Минимальная клетка».

#### Тема 2. Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки

Свойства клетки как элементарной структурной и функциональной единицы живых организмов. «Минимальная клетка». Дифференциация как процесс образования специализированных клеток. Клетки и неклеточные структуры в составе тканей организма. Клетки прокариот и эукариот. Гомологичность в строении клеток. Отличия клеток растений, животных и грибов.

Химическая организация клетки. Элементный состав клетки: органогены, макро- и микроэлементы. Вода и другие неорганические вещества, их роль в жизнедеятельности клетки. Углеводы в составе клеток: моно-, ди- и полисахариды, мукополисахариды – основные представители, свойства и функции. Липиды, их свойства, основные классы липидов: нейтральные жиры (триацилглицеролы), фосфолипиды, стероиды – схема строения, свойства и функции в клетках. Белки: химический состав, пептидная связь, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, функции в клетках. нуклеиновые кислоты: ДНК, виды РНК, структура и функции в клетках. АТФ и ее роль в клетке.

#### Тема 3. Биологические мембраны.

Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Свойства липидного бислоя. Мембранные белки, их расположение и функции в составе мембран. Роль углеводов в составе мембран. Структура и функции клеточной мембраны (плазмалеммы). Понятие рецепции.

Транспорт веществ через плазмалемму: пассивный транспорт (простая и облегченная диффузия), активный транспорт, экзо- и эндоцитоз. Межклеточные контакты: интердигитации, плотный контакт, адгезивный контакт (зона адгезии), щелевой контакт, плазмодесмы, десмосомы, синапсы. Производные плазматической мембраны: микроворсинки, структуры фоторецепторов, оболочки аксонов. Связь клеток друг с другом и с внеклеточным матриксом. Гликокаликс животных клеток. Строение клеточной стенки растительных и прокариотических клеток, ее химизм.

#### Тема 4. Структура и функции цитоплазмы. Клеточные включения

Цитозоль (гиалоплазма): химический состав, коллоидные свойства, циклоз. Клеточные включения: секреторные, экскреторные, трофические, пигментные. Классификация клеточных включений по химическому составу. Патологические включения. Класси-

фикация органоидов цитоплазмы (мембранные и немембранные; общего и специального назначения).

#### **Тема 5. Мембранные органоиды.**

Строение и функции эндоплазматической сети. Гладкая и шероховатая ЭПС. Строение и функции аппарата Гольджи. Структура и функции лизосом и микротелец (пероксисомы, глиоксисомы). Строение и функции митохондрий. Строение и функции пластид растительных клеток (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты). Вакуолярная система клеток растений. Центральная вакуоль. Тонoplast. Роль мембранных органоидов в эволюции клетки. Сукцессивная и симбиотическая гипотезы происхождения эукариот.

#### **Тема 6. Строение интерфазного ядра, хромосомный аппарат клетки**

Строение и функции ядра эукариотических клеток: кариоплазма, кариолемма, ядерные поры, гетеро- и эухроматин, ядрышки, ядрышковый организатор. Хромосомный аппарат. Строение хромосом (нуклеосомная теория). Хромосомы типа ламповых щеток. Центромера (кинетосома), ее значение.

#### **Тема 7. Органоиды синтеза белков.**

Этапы синтеза белков в клетке. Сплайсосомы, информоферы, рибосомы. Сплайсинг. Строение и разновидности рибосом, локализация рибосом в клетке, их участие в синтезе белка. Процессинг (созревание) белков.

#### **Тема 8. Фибриллярные структуры клетки.**

Цитоскелет. Микрофиламенты и микротрубочки. Строение и функции клеточного центра (центросомы). Двигательные белки: кинезин, динеин, миозин. Органоиды движения: реснички и жгутики – строение, ультраструктура осевой нити, функции, механизм движения (цикл динеиновых ручек). Миофибриллы: актин-миозиновый комплекс, механизм сокращения. Органоиды специального назначения (тонофибриллы, нейрофибриллы, микроворсинки): строение и функции.

#### **Тема 9. Энергетика клетки.**

Две стороны энергетического обмена: катаболизм и анаболизм. Роль митохондрий в энергообмене клетки. Пути синтеза АТФ в клетке: анаэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование. Фотосинтез в клетках растений. Функциональные системы клеток: система синтеза белка, система энергетического обеспечения, система поглощения, система экскреции, система движения.

#### **Тема 10. Клеточный цикл. Эндорепродукция**

Клеточный (митотический) цикл. Пресинтетическая, синтетическая, постсинтетическая стадии интерфазы. Поколение  $G_0$ . Эндомитоз и эндорепродукция (полиплоидия и политения).

#### **Тема 11. Способы деления клеток**

Митоз клеток эукариот. Характеристика фаз митоза. Механизм движения хромосом. Типы митоза по положению митотического веретена: ортомитоз, плевромитоз. Цитокinesis у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и фрагмопласта. Биологическое значение митоза. Патология размножения клеток. Принципы регуляции размножения и злокачественный рост.

Амитоз у эукариот: биологическое значение. Репаративный амитоз. Деление прокаротических клеток.

Процесс мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Мейоз у животных и растений. Развитие половых клеток у животных, человека и семенных растений. Двойное оплодотворение у семенных растений.

#### **Тема 12. Старение и смерть клеток**

Клеточное старение: теории и гипотезы. Паранекроз и некроз клеток. Апоптоз как нормальный процесс элиминирования клеток.

### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучение по дисциплине «Цитология» складывается из аудиторных занятий, включающих лекционный курс и лабораторные занятия, и самостоятельной работы. Исходный уровень знаний студентов определяется тестированием, текущий контроль усвоения знаний определяется устным или письменным (в том числе тестовым) опросом в ходе занятий и в ходе коллоквиумов.

В конце изучения учебной дисциплины проводится контроль знаний с использованием тестов или устных ответов, проверкой практических умений. Ряд вопросов по дисциплине «Цитология» включен в государственную итоговую аттестацию выпускников.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы. Из ее материалов вы узнаете содержание теоретического курса, практикума, формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения.

Одной из форм организации учебной деятельности является *лекция*, имеющая целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине. Внимательное слушание лекции, уяснение основного её содержания, краткая, но разборчивая запись лекции (конспект) - непереносимое условие успешной учебной работы каждого студента. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях конспекта, и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях, использовать их при подготовке к практическим занятиям и зачету. На лекциях определяются задания по самостоятельному изучению учебной и научной литературы, ведется диалог с преподавателем, поэтому очень важна регулярность посещения лекций.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованную литературу;
- ответить на контрольные вопросы по соответствующей теме.

*Лабораторные занятия* проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы, а также для овладения навыками лабораторного биологического исследования.

К началу занятий каждый студент обязан приготовить свое рабочее место: оптические приборы, альбомы, простые и цветные карандаши, ластик и ознакомиться по учебнику и лекциям с темой, изучаемой на данном занятии. Дежурные студенты должны получить практикумы и методические указания для лабораторных работ. По окончании занятий студент обязан убрать свое рабочее место: оптику привести в нерабочее положение, вернуть на место полученные материалы.

Особое внимание на лабораторных занятиях уделяется зарисовке изучаемых объектов. Рисунки выполняются в следующих целях:

1. Фиксация внимания на деталях объекта, ускользающих при простом наблюдении, более точное и полное его изучение.
2. Лучшее запоминание морфологии объекта.
3. Документация результатов работы. По зарисовкам преподаватель оценивает выполненную на занятии работу. В дальнейшем рисунки используются в процессе изучения предмета.

Рисунки выполняются в альбомах или на листах для черчения стандартного формата А4 (210×297 мм), простым и цветными карандашами. Рисунки должны быть четкими, достаточно крупными, простыми – следует избегать излишней детализации. Рисунок должен включать общие очертания структуры и ее важные детали, особое внимание обращается на соблюдение пропорций в размерах объекта и его частей, а также на взаимное расположение и связь отдельных элементов. Рисунок выполняется с натуры, схематизация

допускается только в отдельных случаях. У каждого рисунка снизу указывается название. Важные детали рисунка помечаются цифрами, расшифровка дается ниже названия рисунка. Все подписи к рисунку делаются простым карандашом; подписи должны быть полными, без сокращений.

Пропущенные занятия отрабатываются студентами самостоятельно в дни и часы, отводимые для этих целей (по расписанию). Работа считается выполненной после проверки рисунков и краткой беседы с преподавателем.

#### *Методические указания по организации внеаудиторной самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студента необходима как для более глубокого освоения вопросов, изучаемых в часы аудиторных занятий, так и для организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение в соответствии с учебным планом. В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины предлагаются:

- работа с научной и учебной литературой;
- подготовка к тестированию и зачету.

Задачи самостоятельной работы:

- обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы: поиска и анализа информации;
- выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.

#### *Рекомендации по работе с научной и учебной литературой*

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу (собеседованию) на практических занятиях, к тестированию, зачету. В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана;
- излагать информацию тезисно или подробно;
- составлять схемы и таблицы, делать рисунки (в особенности сравнивая морфологию различных групп животных);
- сопоставлять информацию из разных источников (непременно указывая источник информации – учебник, статью, монографию и т.п.).

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего учителя.

#### *Рекомендации по подготовке сообщения с мультимедийной презентацией*

Устное сообщение делается в ходе практического или лекционного занятия, проводимого в интерактивной форме – что подразумевает обсуждение излагаемого материала студентами группы. Темы для сообщений предлагаются преподавателем или выбираются студентом самостоятельно (в этом случае нужно согласовать тему с преподавателем). Сообщение должно раскрывать заявленную тему, быть достаточно кратким, хорошо иллюстрированным, научно достоверным. Информацию нужно излагать последовательно и логично, следуя заранее составленному плану сообщения. Источник информации и иллюстраций обязательно должен указываться.

#### *Рекомендации по подготовке к зачету*

Цель зачёта – оценить уровень сформированности компетенций студентов в рамках промежуточного контроля. Требования и критерии выставления зачётной оценки изложены в п. 6.2 настоящей рабочей программы.

Следует помнить, что при оценке знаний, умений и навыков на зачете учитываются: текущая аттестация, посещаемость учебных занятий, участие в работе на практических занятиях, выполнение заданий для самостоятельной работы. Поэтому к установленной дате сдачи зачёта следует ликвидировать имеющиеся задолженности. Помимо ответа на вопросы билета, преподаватель может дополнительно опросить по разделам учебной дисциплины.

плины, качество подготовки по которым вызывает у него сомнения.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение. Предмет, методы, история цитологии	Изучение учебной литературы, электронных ресурсов информации. Подготовка к тестированию, зачету.	4
2.	Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме (графические работы). Подготовка к тестированию, собеседованию, зачету.	2
3.	Биологические мембраны	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, коллоквиуму, зачету.	4
4.	Структура и функции цитоплазмы. Клеточные включения	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, собеседованию, зачету.	2
5.	Мембранные органоиды	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, коллоквиуму, зачету.	4
6.	Строение интерфазного ядра, хромосомный аппарат клетки	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, собеседованию, зачету.	4
7.	Органоиды синтеза белков	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Подготовка к тестированию, коллоквиуму, зачету.	4
8.	Фибриллярные структуры клетки	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, коллоквиуму, зачету.	4
9.	Энергетика клетки	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Подготовка доклада. Подготовка к зачету.	4
10.	Клеточный цикл. Эндорепродукция	Изучение учебной литературы, электронных источников информации.	2

		Подготовка к тестированию, собеседованию, зачету.	
11.	Способы деления клеток	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Зарисовки в альбоме. Подготовка к тестированию, коллоквиуму, зачету.	6
12.	Старение и смерть клеток	Изучение учебной литературы, электронных источников информации. Подготовка доклада. Подготовка к зачету.	4
	<b>ИТОГО</b>		44

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Тема 1.** Введение. Предмет, методы, история цитологии

### ЗАНЯТИЕ 1

**Тема:** «Устройство микроскопа. Знакомство с техникой микроскопирования»

**Цели занятия:** 1. Ознакомиться с устройством светового микроскопа, выяснить принципы функционирования светового и электронного микроскопов;  
2. Освоить технику микроскопирования цитологических препаратов.

#### Ход работы

1. Ознакомиться по практикуму (Андрес, с. 27-33) с устройством и основными правилами пользования световым микроскопом.

Найти части микроскопа:

**механическую** – подставку (башмак или подошву), тубусодержатель (штатив, колонку штатива), тубус, предметный столик, револьверную систему с гнездами для объективов, макро- и микрометрические винты, винт конденсора;

**оптическую** – окуляр и объективы;

**осветительное устройство** – зеркало, конденсор, диафрагму конденсора.

Определить суммарное увеличение, даваемое объективами и окуляром лабораторного светового микроскопа.

2. Изучить принцип функционирования электронного микроскопа (Андрес, с. 33-35).

3. Овладеть техникой микроскопирования цитологического препарата:

- 1) установить микроскоп на столе в удобном для работы положении;
- 2) повернув револьвер до щелчка, установить под тубусом объектив 8×;
- 3) с помощью вогнутого зеркала и конденсора добиться равномерного освещения поля зрения;

4) установить препарат на предметном столике покровным стеклом вверх;

5) рассмотреть препарат на малом увеличении. Настройку производить макрометрическим винтом. Четкость изображения достигается, когда фронтальная линза объектива находится примерно в 1 см от поверхности препарата. Установить в центр поля зрения участок, который нужно рассмотреть при большом увеличении. Зажать препарат клеммами. Проверить настройку резкости.

б) рассмотреть препарат на большом увеличении. Для этого, не меняя настройки, повернуть револьвер и установить 40× объектив. Тонкую настройку производить микрометрическим винтом, поворачивая его не более чем на 0,5 оборота в обе стороны. Если при этом не достигается четкость изображения, следует, глядя сбоку, макрометрическим винтом опустить тубус почти до соприкосновения линзы с покровным стеклом. После этого, глядя в окуляр, поднимать тубус, очень медленно вращая макрометрический винт на себя.

Рассмотреть препарат, перемещая его в поле зрения с помощью винтов предметно-

го столика. Для достижения резкости работать микровинтом.

7) Перевести микроскоп на малое увеличение и убрать препарат с предметного столика.

8) По окончании работы привести микроскоп в нерабочее положение: отодвинуть объективы в сторону от тубуса, опустить тубус вниз.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите основные части светового микроскопа и их назначение.
2. Что такое разрешающая способность микроскопа, от чего она зависит? Чему равна разрешающая способность светового и электронного микроскопа?
3. Каким образом получается изображение при электронном микроскопировании?

#### Литература

Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.

Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.

**Тема 2.** Клетка как элементарная единица жизни, принципы организации клетки

#### ЗАНЯТИЕ 2

**Тема:** «Клетки и неклеточные структуры»

**Цели занятия:** 1. Рассмотреть на микропрепаратах клетки различной формы, ознакомиться с особенностями их строения в связи с выполняемыми функциями.

2. Научиться распознавать в составе тканей клетки и неклеточные структуры: однородное межклеточное вещество, волокна, симпласты.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Понятие о клетке как структурной и функциональной единице живого.
2. Общая организация клетки.
3. Разнообразие форм, размеров и функций клеток. Отличия растительных и животных клеток.
4. Химический состав живых клеток. Функции основных классов органических соединений (белков, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот) в клетках.
5. Виды неклеточных структур в составе тканей.

#### Ход самостоятельной работы

Зада-ние	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
2	3	4	5
1. Изучить в препарате форму клеток и ядер	Препарат: округлые клетки (эритроциты – клетки крови лягушки)	Рассмотреть при малом и большом увеличении клетки округлой (овальной) формы. Зарисовать 2-3 клетки, отметить: 1 – цитоплазму, 2 – ядро.	Цитоплазма клеток окрашена в красно-оранжевый цвет, палочковидные ядра – в фиолетово-синий (Елисеев, рис. 27; Новиков, Святенко, с. 107, рис. 69).
2. То же	Препарат: призматические клетки (эпителий почечных канальцев кролика)	1. Найти на малом увеличении почечные канальцы; 2. Найти при большом увеличении призматические клетки в стенке канальца. Зарисовать несколько клеток. Оформить рисунок, как предыдущий.	Косо или поперечно срезанные канальцы выглядят как овальные или круглые отверстия. Цитоплазма клеток окрашена в розовый цвет, ядра – в фиолетовый (Елисеев, рис. 14; Новиков, Святенко, с. 11, 87, рис. 55).
3. То же	Препарат: веретеновидные	Найти при малом увеличении пучок веретеновидных клеток; при большом увеличении – от-	Пучки розовых клеток идут в разных направлениях, образуя сеть. Палочковидные фиолетовые ядра

		клетки (гладкая мышечная ткань)	дельные клетки. Зарисовать 2-3 клетки. Оформить рисунок, как предыдущий.	расположены в центре клеток. Косо или поперечно срезанные клетки выглядят округлыми или овальными (Елисеев, рис. 59; Новиков, Святенко, с. 142, рис. 92).
4.	То же	Препарат: отростчатые клетки (хроматофоры кожи головоастика)	Рассмотреть при малом и большом увеличении крупные отростчатые клетки. Зарисовать одну клетку, отметить ядро, цитоплазму, отростки клетки.	Коричневые клетки с сильно ветвящимися отростками, ядра светло-коричневые, видны не во всех клетках (Елисеев, рис. 8; Новиков, Святенко, с. 26, рис. 14).
5.	Определить в препарате не клеточные структуры	Препарат: межклеточное вещество гиалинового хряща	Найти при малом увеличении участок между группами клеток. Рассмотреть при большом увеличении межклеточное вещество розового цвета. Зарисовать участок препарата, отметить клетки, межклеточное вещество.	В центре среза группами по 2-4 лежат белые хрящевые клетки с темными ядрами. Межклеточное вещество окрашено в розовый цвет, более интенсивный вблизи клеток (Елисеев, рис. 48; Новиков, Святенко, с. 122, рис. 80).
6.	То же	Препарат: волокна рыхлой соединительной ткани	Рассмотреть при малом увеличении сеть эластических волокон рыхлой соединительной ткани. Найти коллагеновые волокна. При большом увеличении найти клетки соединительной ткани (фибробласты), внимательно рассмотреть волокна.	Эластические волокна тонкие, окрашены черным, прямые, пересекают поле зрения в разных направлениях, образуя сеть. Коллагеновые волокна толстые, извилистые, светлые, расположены более редко, не ветвятся. Клетки окрашены в серый цвет, очертания клеток плохо различимы, хорошо видны ядра, окрашенные в серо-фиолетовый цвет (Елисеев, рис. 34; Новиков, Святенко, с. 38, 111, рис. 73а).
7.	То же	Препарат: симпласт – поперечно-полосатые мышечные волокна (срез языка)	При малом увеличении найти продольно срезанные мышечные волокна. При большом увеличении рассмотреть отдельное мышечное волокно (симпласт), найти многочисленные ядра. Зарисовать участок волокна, отметить ядра.	Продольно, поперечно или косо срезанные пучки мышечных волокон занимают большую часть препарата. Продольно срезанные волокна выглядят лентами разной длины. В более светлых волокнах видна поперечная исчерченность, по периферии волокна – многочисленные темные вытянутые ядра (Елисеев, рис. 60; Новиков, Святенко, с. 39, рис. 21).

#### Контрольные вопросы

1. Какую форму могут иметь клетки? Связана ли форма клетки с выполняемой функцией? Приведите примеры.
2. Какие межклеточные структуры встречаются в составе тканей?
3. Что такое симпласт? Приведите примеры.
4. Что такое синцитий? Приведите примеры.

#### Литература

Алмазов И.В., Сутулов Л.С. Атлас по гистологии и эмбриологии: Учебное пособие.

– М.: Медицина. 1978.

Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.

Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.

Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.

Самусев Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс: Мир и Образование, 2006.

### ЗАНЯТИЕ 3

**Тема:** «Общая морфология клетки. Химический состав клетки»

**Цели занятия:** Представить общую морфологию животной клетки. Научиться распознавать в клетках ядро и цитоплазму.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Понятие о клетке как структурной и функциональной единице живого.
2. Общая организация клетки.
3. Разнообразие форм, размеров и функций клеток. Отличия растительных и животных клеток. Отличия клеток эукариот и прокариот.
4. Химический состав живых клеток. Функции основных классов органических соединений (белков, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот) в клетках.

#### Ход самостоятельной работы

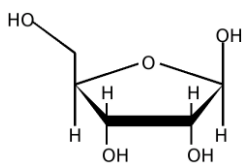
	Задание	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
	2	3	4	5
1.	Рассмотреть с помощью светового микроскопа типичные клетки животных	Препарат: клетки печени аксолотля	Найти на малом и большом увеличении гепатоциты (клетки печени). Зарисовать несколько клеток, отметить ядро, ядрышки, цитоплазму, границы между клетками.	Относительно крупные многоугольные клетки печени окрашены в бледно-розовый цвет, ядра фиолетовые (Елисеев, рис. 3; Новиков, Святенко, с. 8, рис. 2).
2.	Изучить тонкое строение клетки по электронной микрофотографии	Электронная микрофотография (Рис. 1)	Найти на фотографии: плазмалемму, цитоплазму, ядро, ядерную оболочку, поры в ядерной оболочке, митохондрии, эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи.	См. обозначения на фотографии.
3.	Выполнить самостоятельную работу «Химический состав клетки»			

#### Самостоятельная работа «Химический состав клетки»

##### Работа в малых группах.

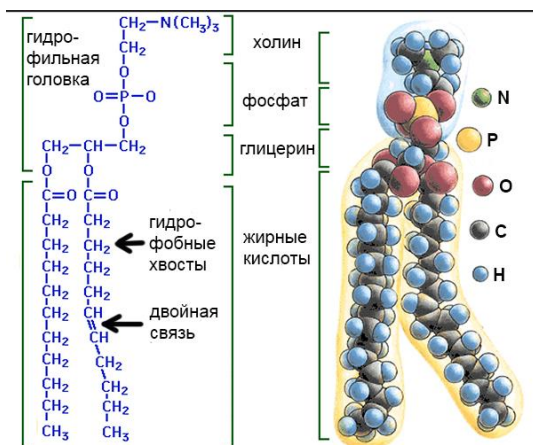
##### Задание 1.

- 1) Дайте название класса соединений.



- 2) Приведите примеры таких соединений, содержащихся в клетках (не менее 5)
- 3) Опишите биологическую роль этих соединений
- 4) Как называется процесс синтеза этих соединений из неорганических компонентов в растительных клетках? В каких органоидах он осуществляется?

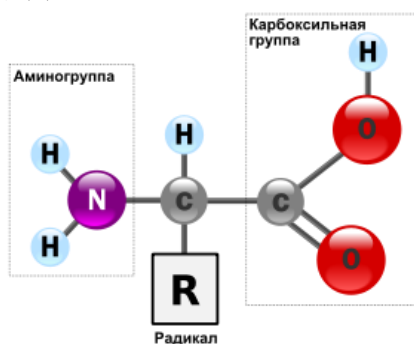




- 2) Опишите биологическую роль этих соединений
- 3) Где в клетке синтезируются эти соединения?

## Задание 5

- 1) Дайте название класса соединений.

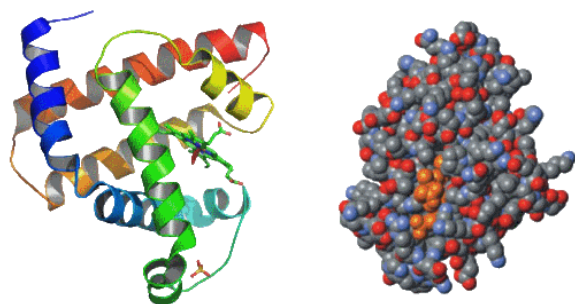


- 2) Опишите биологическую роль этих соединений
- 3) Где в клетке синтезируются эти соединения?

## Задание 6

- 1) Дайте название класса соединений.

## Миоглобин



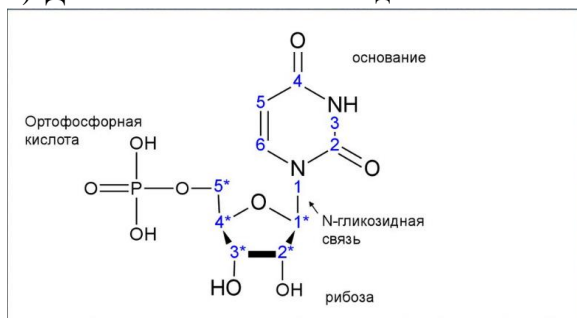
- 2) Дайте пояснения к рисунку ниже.



- 3) Опишите биологическую роль этих соединений
- 4) Где в клетке синтезируются эти соединения?

## Задание 7

- 1) Дайте название класса соединений.



- 2) Какие виды азотистых оснований встречаются в составе этих соединений?
- 3) Какие виды сахаров встречаются в составе этих соединений?
- 4) Опишите биологическую роль этих соединений.

## Задание 8

- 1) Дайте название класса соединений.



- 2) Опишите биологическую роль этих соединений.
- 3) Где в клетке синтезируются эти соединения?
- 4) Чем отличаются по составу РНК и ДНК?
- 5) Какие виды РНК встречаются в клетках?

## Тема 3. Биологические мембраны

## ЗАНЯТИЕ 4

**Тема:** «Структура и функции плазмалеммы»

**Цели занятия:** 1. Изучить молекулярное строение клеточных мембран.

2. Научиться различать мембранные структуры на поверхности клеток – микроворсинки, плазмодесмы, десмосомы.

## Вопросы для самоподготовки

1. Структура и функции плазмалеммы.
2. Производные плазмалеммы: микроворсинки, миелиновая оболочка нервных волокон.
3. Межклеточные контакты.

## Ход самостоятельной работы

	Задание	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
	2	3	4	5
4.	Рассмотреть с помощью светового микроскопа типичные	Препарат: клетки печени аксолотля	Найти на малом и большом увеличении гепатоциты (клетки печени). Зарисовать несколько клеток, отметить ядро, ядрышки, ци-	Относительно крупные многоугольные клетки печени окрашены в бледно-розовый цвет, ядра фиолетовые (Елисеев, рис. 3; Новиков, Святен-

	клетки животных		топлазму, границы между клетками.	ко, с. 8, рис. 2).
5.	Изучить тонкое строение клетки по электронной микрофотографии	Электронная микрофотография (Рис. 1)	Найти на фотографии: плазмалемму, цитоплазму, ядро, ядерную оболочку, поры в ядерной оболочке, митохондрии, эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи.	См. обозначения на фотографии.
6.	Изучить строение плазмалеммы	Схемы (Рис. 2)	Изучить объемную схему строения плазмалеммы (Рис. 2 б). Зарисовать плоскостную схему строения плазмалеммы (Рис. 2 а).	См. подписи к схемам.
4.	Рассмотреть мембранные структуры клеточной поверхности	Электронная микрофотография: Микроворсинки на поверхности клетки кишечного эпителия (Рис. 3).	Найти микроворсинки на апикальной поверхности клетки. Зарисовать клетку с микроворсинками. Выяснить функции микроворсинок.	Микроворсинки – тонкие выросты цитоплазмы, одетые плазмалеммой.
5.	То же	Электронная микрофотография: Десмосома на границе мембран двух соседних клеток призматического эпителия (Рис. 4).	Найти на рис. 4: цитоплазму и плазмалеммы контактирующих клеток, десмосомы, микрофиламенты. Зарисовать контактирующие клетки, отметить десмосомы, микрофиламенты.	Десмосомы видны как темные утолщения на границе двух плазмалемм. От десмосом в толщу цитоплазмы тянутся тонкие нити – микрофиламенты.
6.	То же	Электронная микрофотография: Плазмодесмы между двумя растительными клетками (Рис. 5).	Найти на рис. 5: клетки, их ядра, клеточные стенки, плазмодесмы. Зарисовать контактирующие клетки, отметить плазмодесмы.	На рис. 5а плазмодесмы, срезы продольно, видны как цитоплазматические мостики между двумя растительными клетками. На рис. 5б (поперечный срез через плазмодесмы) они видны как скопления темных точек.

### Контрольные вопросы

1. Что такое жидкостно-мозаичная модель строения клеточной мембраны? Почему она так называется?
2. Чем отличается плазмалемма от внутриклеточных мембран?
3. Почему внешняя и внутренняя стороны плазмалеммы отличаются по строению? Какое значение это имеет для клетки?
4. Почему микроворсинки находятся на свободной поверхности клетки? С какой функцией клеток связано наличие микроворсинок?
5. Какие еще структуры мембранной поверхности вам известны?
6. Какие существуют виды межклеточных соединений?

### Литература

Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.

Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.

Верещагина, В.А. Основы общей цитологии / В. А. Верещагина. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2009.

Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология / Е. М. Ленченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022.

## ЗАНЯТИЕ 5

### Коллоквиум по теме «Строение и функции биологических мембран»

#### Вопросы для обсуждения

1. Мембранные липиды: фосфолипиды и стероиды. Свойства липидного бислоя.
2. Мембранные белки, их расположение в мембране и функции.
3. Расположение и функции углеводов в составе мембран.
4. Отличия в структуре и функциях плазмалеммы и внутриклеточных мембран.
5. Механизмы транспорта веществ через плазмалемму: пассивный и активный молекулярный транспорт, эндо- и экзоцитоз.
6. Роль мембран в рецепции. Мембранный потенциал.
7. Производные плазмалеммы: микроворсинки, горизонтальные складки в клетках сетчатки глаза, миелиновая оболочка нервных волокон.
8. Разновидности межклеточных соединений.
9. Химический состав и строение клеточной стенки представителей разных царств природы.
10. Строение и функции гликокаликса животных клеток.

#### Литература

Верещагина, В.А. Основы общей цитологии / В. А. Верещагина. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2009.

Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология / Е. М. Ленченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022.

Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию / Ю.С. Ченцов – М.: Академкнига, 2005.

### Тема 4. Структура и функции цитоплазмы. Клеточные включения

## ЗАНЯТИЕ 6

**Тема:** «Цитозоль и клеточные включения»

**Цели занятия:** 1. Изучить состав и функции цитозоля (гиалоплазмы).

2. С помощью светового микроскопа идентифицировать различные виды включений в цитоплазме клеток. Представлять их значение в клетке.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Структура и функции цитоплазмы.
2. Классификация клеточных включений по химическому составу и функциям.

#### Ход самостоятельной работы

	Зада- ние	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
	2	3	4	5
1.	Рассмотреть в препарате клеточные включения различной природы	Препарат – жировые включения в клетках печени аксолотля	Найти при малом увеличении клетки печени, при большом увеличении рассмотреть ядра клеток, границы между клетками, включения жира. Зарисовать несколько клеток, отметить ядро, цитоплазму, капли жира.	Многоугольные клетки окрашены в светло-розовый цвет, ядра – ярко-малиновые. Капли жира интенсивно-черные, хорошо заметны уже при малом увеличении. (Новиков, Святенко, с. 19, рис. 8)

2.	То же	Препарат – углеводные включения (включения гликогена) в клетках печени аксолотля	Найти при малом увеличении клетки печени, при большом увеличении рассмотреть ядра клеток, гранулы гликогена в цитоплазме. Зарисовать несколько клеток, отметить ядро, цитоплазму, включения гликогена.	Ядра клеток окрашены в фиолетовый цвет, глыбки гликогена – ярко-красные или малиновые, заполняют почти всю цитоплазму (Елисеев, с. 16, рис. 9; Новиков, Святенко, с. 23, рис. 10).
3.	То же	Препарат – белковые включения – секреторные гранулы в клетках Лейдига кожи аксолотля	Найти при малом увеличении секреторные клетки, при большом увеличении рассмотреть ядра клеток, белковые гранулы в цитоплазме. Зарисовать несколько клеток, отметить ядро, цитоплазму, белковые включения.	На краю среза в 1-2 слоя расположены довольно крупные овальные клетки. В центре клетки хорошо различимо округлое, фиолетовое ядро; цитоплазма заполнена сиреневыми гранулами секрета (Елисеев, с. 15, рис. 7; Новиков, Святенко, с. 26, рис. 13).
4.	То же	Препарат – желточные включения в бластомерах амфибий	Найти при малом увеличении клетки – бластомеры, в их цитоплазме рассмотреть гранулы желтка. При большом увеличении подробнее изучить препарат. Зарисовать 1-2 клетки, отметить ядро, желточные включения.	Бластомеры – крупные неправильной формы клетки. В некоторых видны светлые округлые ядра. Цитоплазма заполнена желто-коричневыми зернами и гранулами желтка. (Новиков, Святенко, с. 24, рис. 11)
5.	То же	Препарат – пигментные включения в хроматофорах кожи головастика	Найти при малом увеличении пигментные клетки, при большом увеличении рассмотреть в цитоплазме зерна пигмента меланина.	Клетки с сильно ветвящимися отростками, ядра светлые, видны не во всех клетках. В цитоплазме различимы коричневые зерна пигмента (Елисеев, с. 15, рис. 8; Новиков, Святенко, с. 26, рис. 14).

### Контрольные вопросы

1. Чем отличаются включения от клеточных органоидов?
2. Какие виды включений вы знаете?

### Литература

Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.

Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.

Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.

Самусев Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс: Мир и Образование, 2006.

### Тема 5. Мембранные органоиды.

#### ЗАНЯТИЕ 7

**Тема:** «Мембранные органоиды»

**Цели занятия:** 1. Изучить строение мембранных органоидов цитоплазмы в связи с их функциями.

2. Рассмотреть мембранные органоиды, видимые с помощью светового микроскопа.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Классификация органоидов цитоплазмы (мембранные и немембранные; общего и специального назначения).
2. Строение и функции мембранных органоидов: эндоплазматической сети, комплекса Гольджи, митохондрий, пластид, лизосом и микротелец.

#### Ход самостоятельной работы

	Зада- ние	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
1	2	3	4	5
1.	Изучить строение ЭПС в связи с ее функциями	Электронная микрофотография эндоплазматической сети (рис. 6), схема синтеза белка	Найти и рассмотреть гранулярные и агранулярные участки эндоплазматической сети. Выяснить их роль в синтезе белков, липидов, углеводов.	См. подписи к рис. 6, текст и иллюстрации в учебнике.
2.	Рассмотреть в препарате мембранные органоиды	Препарат – комплекс Гольджи (в клетках спинномозгового узла)	Найти при малом увеличении крупные округлые клетки. При большом увеличении рассмотреть в них ядро с ядрышками и комплекс Гольджи в цитоплазме. Зарисовать несколько клеток, отметить в них ядро, цитоплазму, аппарат Гольджи.	Клетки (тела нейронов) окрашены в серо-желтый цвет, ядра светлые, с крупными ядрышками. Диктиосомы (комплекс Гольджи) окрашены в черный цвет, расположены вокруг ядра (Елисеев, с. 14, рис. 5; Новиков, Святенко, с. 16, рис. 6).
3.	Рассмотреть в препарате мембранные органоиды	Препарат – митохондрии (хондриосомы) в клетках кишечного эпителия аскариды	При малом увеличении найти вытянутые цилиндрические клетки кишечного эпителия. При большом увеличении рассмотреть в них ядра и хондриосомы. Зарисовать несколько клеток, отметить в них ядро, цитоплазму, митохондрии.	Высокие призматические клетки эпителия окрашены в светло-коричневый цвет. Ядра округлые, светлые, сдвинуты к основанию клеток. Митохондрии окрашены в зеленоватый или малиновый цвет, располагаются выше и ниже ядра, имеют вид коротких палочек или зерен (Елисеев, с. 13, схема IV, рис. II г; Новиков, Святенко, с. 15, рис. 5)

#### Вопросы для работы в малых группах

1. Какие мембранные органоиды можно рассмотреть с помощью светового микроскопа? Какие органоиды были открыты с помощью электронного микроскопа?
2. Какие органоиды участвуют в синтезе и транспорте веществ?
3. Назовите функции эндоплазматической сети, аппарата Гольджи.
4. Что такое лизосомы, какую функцию они выполняют?
5. Расскажите о строении и функциях митохондрий.

#### Литература

- Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.
- Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.
- Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
- Самусев Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс: Мир и Образование, 2006.

#### ЗАНЯТИЕ 8

#### Коллоквиум по теме «Мембранные органоиды и их роль в эволюции клеток»

### Вопросы для обсуждения

1. Строение и функции эндоплазматического ретикулума.
2. Строение и функции аппарата Гольджи.
3. Структура и функции лизосом и микротелец (пероксисомы, глиоксисомы).
4. Строение и функции митохондрий.
5. Строение и функции пластид.
6. Эндосимбиотическая гипотеза происхождения двумембранных органоидов.
7. Сравнение организации клетки эукариот и прокариот.
8. Значение внутриклеточных мембран для эволюции эукариот.
9. Специальные мембранные органоиды простейших.

### Литература

Верещагина, В.А. Основы общей цитологии / В. А. Верещагина. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2009.

Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология / Е. М. Ленченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022.

Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию / Ю.С. Ченцов – М.: Академкнига, 2005.

## Тема 6. Строение интерфазного ядра, хромосомный аппарат клетки

### ЗАНЯТИЕ 9

**Тема:** «Ядро и хромосомный аппарат клетки»

**Цели занятия:** 1. Рассмотреть на микропрепаратах и микрофотографиях и изучить строение ядра клетки эукариот.

2. Изучить химический состав и структуру хромосом эукариотической клетки.

### Вопросы для самоподготовки

1. Строение и функции ядра клетки в период интерфазы.
2. Структура ДНК.
3. Белки хромосом.
4. Способы упаковки хромосом.
5. Разновидности РНК в клетке

### Ход самостоятельной работы

	Зада- ние	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
	2	3	4	5
1.	Проанализировать схему строения ядра.	Таблица: “Ультрамикроскопическое строение ядра”	Найти: наружную ядерную мембрану, внутреннюю мембрану, ядерные поры, кариоплазму, участки гетеро- и эухроматина, ядрышки.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике
2.	Изучить строение хромосомы	Таблица: “Структура хромосом”	Найти: плечи хромосомы, центромеру, вторичные перетяжки, спутник хромосомы, хроматиды, хромонемы, ДНК, гистоны.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике
3.	Рассмотреть безъядерные, неспособные к размножению клетки	Препарат: Кровь человека	Рассмотреть на малом и большом увеличении эритроциты человека – высокодифференцированные клетки, лишенные ядра. Зарисовать несколько клеток. В подписи отметить отсут-	Округлые небольшие клетки, цитоплазма окрашена в красный цвет, интенсивный по периферии и слабый в центре клетки (Елисеев, рис. 29, с. 35; Новиков, Святенко, с. 103-104, рис. 68).

			ствие ядра.	
4.	Изучить строение ядра и ядрышка в клетках	Препарат: Кровь человека	Рассмотреть на малом и большом увеличении лейкоциты человека. Зарисовать несколько клеток с разным строением ядра (сегментоядерные нейтрофилы, лимфоциты).	Лейкоциты крупнее эритроцитов по размеру, имеют ядро, их намного меньше, чем эритроцитов (1:650). Нейтрофильные гранулоциты преобладают среди лейкоцитов (до 70%), имеют палочковидное, подковообразное или сегментированное ядро. В цитоплазме видны мелкие гранулы, большинство из которых окрашивается в розовато-фиолетовый цвет. Довольно часто встречаются лимфоциты (25%). Имеют большое округлое ядро и узкий базофильный ободок цитоплазмы без гранул. (Елисеев, рис. 29, с. 35; Новиков, Святенко, с. 103-104, рис. 68).
5.	Изучить строение ядра и ядрышка в клетках	Препарат: Двойное ядрышко в яйцеклетках беззубки	Рассмотреть на малом и большом увеличении лейкоциты человека. зарисовать несколько клеток с разным строением ядра (сегментоядерные нейтрофилы, лимфоциты).	На малом увеличении найти крупные округлые яйцеклетки, окруженные мелкими клетками фолликулярного эпителия. В яйцеклетках на большом увеличении разглядеть крупное ядро и в нем ядрышко, разделенное на две неравные по размеру части – одна крупнее и светлее, вторая мельче и темнее. (Новиков, Святенко, с. 53-54, рис. 28).

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о строении и функциях кариоплазмы, кариолеммы, ядерных пор, гетерохроматин, эухроматин, ядрышка.
2. Дайте определения понятиям гетерохроматин, эухроматин, ядрышковый организатор.
3. Какие белки входят в состав хромосом?
4. Как упакованы хромосомы в ядре?

### Литература

- Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.
- Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.
- Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
- Самусев Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс: Мир и Образование, 2006.

## Тема 7. Органоиды синтеза белков.

### ЗАНЯТИЕ 10

**Коллоквиум на тему:** «Биосинтез белка и его регуляция»

**Цели занятия:** 1. Изучить цитологические основы синтеза белков в клетке эукариот.

### Вопросы для обсуждения

1. Общие свойства генетического кода (триплетность, неперекрываемость кодонов,

отсутствие запятых, вырожденность, универсальность).

2. Свойства и процессинг матричных РНК (время жизни м-РНК в клетке, экзоны и интроны, сплайсинг).

3. Малые ядерные рибонуклеопротеиды и их участие в сплайсинге и других процессах.

4. Информосомы как форма существования м-РНК в клетке. Транспорт м-РНК из ядра в цитоплазму.

5. Рибосомы: химический состав, строение, самосборка. Разновидности рибосом. Полирибосомы (полисомы).

6. Процесс трансляции в рибосомах. Структура и функции т-РНК.

7. Сигнальная последовательность аминокислот и ее роль в процессинге белков.

8. Геометрическая структура белковой молекулы. Свертка белков.

#### Литература

Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.

Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.

Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.

#### ЗАНЯТИЕ 11

##### Решение задач по теме «Биосинтез белка»

Решите предлагаемые преподавателем задачи, используя таблицу генетического кода.

Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

#### Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берётся из левого вертикального ряда, второй – из верхнего горизонтального ряда и третий – из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

#### Тема 8. Фибриллярные структуры клетки.

#### ЗАНЯТИЕ 12

**Тема:** «Фибриллярные структуры цитоплазмы»

**Цели занятия:** 1. Рассмотреть на микропрепаратах и электронных микрофотогра-

фиях и изучить строение различных фибриллярных структур клетки в связи с их функциями.

2. Представлять роль фибриллярных образований в жизнедеятельности клетки.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Цитоскелет. Элементы, входящие в цитоскелет: микрофиламенты и микротрубочки. Строение и функции.
2. Клеточный центр. Строение центриолей, их функции в клетках.
3. Органоиды движения. Строение ресничек и жгутиков, функции, механизм движения.
4. Фибриллярные органоиды специального назначения: тонофибриллы, миофибриллы, нейрофибриллы. Химический состав и функции.

#### Ход самостоятельной работы

	Зада- ние	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
	2	3	4	5
1.	Изучить в препарате фибриллярные структуры	Препарат: центросомы и веретено деления в яйцеклетках (зиготах) аскариды	Найти при малом увеличении делящиеся зиготы аскариды. Рассмотреть на большом увеличении центросомы и веретено деления. Зарисовать одну-две клетки, отметить оболочку клетки, цитоплазму, центросому, нити веретена деления, хромосомы.	Округлые клетки окружены толстой черной оболочкой. Цитоплазма окрашена серым, отделена от оболочки перивителлиновым пространством. Хромосомы в виде черных нитей лежат по центру клетки, центросомы – темно-серые пятна на полюсах клетки, с расходящимися от них лучами астросферы (нитеями веретена деления) (Елисеев, с. 14, рис. 6; Андрес, с. 56-57, рис. 24; Новиков, Святенко, с. 50, рис. 25e).
2.	То же	Препарат: реснички кишечного эпителия беззубки	Найти при малом увеличении реснитчатый эпителий. Рассмотреть на большом увеличении реснички на внешней поверхности клеток. Зарисовать несколько эпителиальных клеток, отметить цитоплазму, ядра, реснички.	Эпителий лежит на краю среза, состоит из вытянутых призматических клеток, плотно прилегающих друг к другу. Ядра овальные, сдвинуты к основанию клеток, окрашены синевато-серым. На свободной поверхности клеток различима более светлая полоса – реснички (Андрес, с. 121-123, рис. 62; Новиков, Святенко, с. 92, рис. 59)
3.	То же	Препарат: сперматозоиды морской свинки	Рассмотреть на малом и большом увеличении жгутик сперматозоида морской свинки. Зарисовать 1-2 клетки, отметить жгутик.	Клетки окрашены в синеватый цвет. Иногда кажется, что у одной клетки несколько жгутиков – это случайность, возникающая при подготовке препарата (Елисеев, с. 6: схема II, рис. 10; Андрес, с. 80-81, рис. 35; Новиков, Святенко, с. 56, рис. 31)
4.	Изучить строение центриолей, ресничек и жгутиков.	Таблицы, электронные микрофотографии, схемы (Рис. 7-8)	Рассмотреть микрофотографии и зарисовать схемы поперечного среза центриоли и реснички.	См. подписи к рисункам 7-8, к таблицам, а также текст и иллюстрации в учебнике (Ченцов, с. 264-265).
5.	Изучить механизм движения	Рис. 9: “Цикл динеиновых	Зарисовать схему цикла динеиновых ручек, отметить микротрубочки А и	См. подписи к рис. 9.

	ресничек	ручек”	В, динеиновые ручки, сделать поясняющую подпись.	
6.	Изучить в препарате фибриллярные структуры	Препарат: нейрофибриллы в нервных клетках спинного мозга	Найти на малом увеличении тела нервных клеток (нейронов), выбрать светлоокрашенную клетку и рассмотреть на большом увеличении нейрофибриллы в ее цитоплазме. Зарисовать 1-2 клетки, отметить: тело клетки, отростки, ядро, нейрофибриллы.	Тела нейронов лежат в сером веществе спинного мозга, в центре среза, окрашены в коричневый цвет, многоугольной формы. Ядра светлые, округлые, довольно крупные. Нейрофибриллы видны как темно-коричневые нити, в теле клетки расположены беспорядочно, в отростках вытянуты параллельно оси отростка (Елисеев, с. 17, схема VI, с. 67, рис. 64; Новиков, Святенко, с. 152, рис. 98).

### Контрольные вопросы

1. Какие белки обычно входят в состав микрофиламентов, микротрубочек?
2. Какие отличия наблюдаются в структуре осевой нити жгутика на уровне базального тельца, в центральной части аксонемы и в аксостиле?
3. Объясните механизм движения ресничек и жгутиков.

### Литература

- Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970.
- Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984.
- Практикум по цитологии / под ред. Ю. С. Ченцова. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
- Самусев Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс: Мир и Образование, 2006.

### ЗАНЯТИЕ 13

#### Коллоквиум на тему: «Движение в клетке»

**Цели занятия:** 1. Сформировать представление о механизмах организации движения на молекулярно-клеточном уровне.

#### Вопросы для обсуждения

1. Организация цитоскелета в клетках прокариот, грибов, растений, животных:
  - а) свойства белка актина, строение и свойства актиновых филаментов;
  - б) свойства белка кератина, строение и свойства кератиновых филаментов, кератиноподобные белки;
  - в) свойства белка тубулина, строение и свойства микротрубочек.
2. Строение молекул и свойства двигательных белков: динеин, кинезин, миозин.
3. Организация и механизм действия системы тубулин – динеин / кинезин.
4. Организация и механизм действия системы актин – миозин.
5. Строение миофибрилл. Роль вспомогательных белков в сокращении миофибрилл.
6. Клеточный центр. Строение центриолей, их функции в клетках.
7. Органоиды движения. Строение ресничек и жгутиков, функции, механизм движения.

### Литература

- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 т. – М.: Мир, 1993. – Т. 3. – С. 27-30.
- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.

## Тема 9. Энергетика клетки.

### ЗАНЯТИЕ 14

**Конференция на тему:** «Энергетика клетки»

**Цели занятия:** 1. Сформировать представление о клеточном обмене веществ и энергии.

#### Примерные темы докладов

1. Энергетика животной клетки. Понятия катаболизма и анаболизма. Этапы катаболизма.
2. АТФ: строение молекулы и роль в энергетическом обмене. Другие соединения с макроэргическими связями
3. Пути синтеза АТФ в клетке: анаэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование.
4. Электрические явления в клеточной энергетике
5. За что вручили Нобелевскую премию по химии 1997 года?
6. Трансформация энергии в растительной клетке. Органоиды фотосинтеза. Роль процесса фотосинтеза в энергетике жизни на Земле.
7. Энергетика анаэробной клетки.

#### Литература

- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.
- Ярыгин, В. Н. и др. Биология: в 2 т. – М.: Высшая школа, 2003.

## Тема 10. Клеточный цикл. Эндорепродукция.

### ЗАНЯТИЕ 15

**Тема:** «Строение ядра. Клеточный цикл. Эндорепродукция»

**Цели занятия:** 1. Рассмотреть на микропрепаратах и электронных микрофотографиях и изучить строение ядра клетки в период интерфазы;

2. Изучить фазы клеточного цикла;
3. Охарактеризовать биологическое значение и способы эндорепродукции.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Клеточный цикл.
2. Строение и функции ядра клетки в период интерфазы.
3. Эндорепродукция: политения и полиплоидия.

#### Ход самостоятельной работы

№	Задание	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
1	2	3	4	5
1.	Проанализировать схему строения ядра.	Таблица: “Ультрамикроскопическое строение ядра”	Найти: наружную ядерную мембрану, внутреннюю мембрану, ядерные поры, кариоплазму, участки гетеро- и эухроматина, ядрышки.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике (Верещагина, с. 91-99; Ченцов, с. 60-75)
2.	Изучить строение хромосомы	Таблица: “Структура хромосом”	Найти: плечи хромосомы, центромеру, вторичные перетяжки, спутник хромосомы, хроматиды, хромонемы, ДНК, гистоны.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике (Верещагина, с. 99-108; Ченцов, с. 76-82).
3.	Рассмотреть без-	Препарат: кровь челове-	Рассмотреть на малом и большом увеличении эрит-	Округлые небольшие клетки, цитоплазма окрашена в красный цвет,

	ядерные, неспособные к размножению клетки	ка	роциты человека – высокодифференцированные клетки, лишенные ядра. Зарисовать несколько клеток. В подписи отметить отсутствие ядра.	интенсивный по периферии и слабый в центре клетки (Елисеев, рис. 29, с. 35; Новиков, Святенко, с. 103-104, рис. 68).
4.	Рассмотреть строение ядра	Препарат: кровь человека	Рассмотреть на малом и большом увеличении строение ядра в 1) сегментоядерных лейкоцитах; 2) лимфоцитах. Зарисовать несколько клеток, сделать подписи.	1) среднего размера клетки с зернистой цитоплазмой, ядро неправильной формы, часто разделено на сегменты; 2) округлые небольшие клетки, цитоплазма окрашена в голубой цвет, ядро почковидной или бобовидной формы, интенсивно-фиолетовое (Елисеев, рис. 29, с. 35; Новиков, Святенко, с. 103-104, рис. 68).
5.	Изучить фазы клеточного цикла	Таблица: “Клеточный цикл”	Охарактеризовать процессы, происходящие на каждой фазе клеточного цикла: G1, S, G2, митоз. Зарисовать схему клеточного цикла в тетради или альбоме.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике (Верещагина, с. 109-113; Ченцов, с. 83-88).
6.	Изучить процесс эндорепродукции	Таблица: “Политения и полиплоидия»”	Охарактеризовать биологический смысл процесса эндорепродукции. Составить таблицу: Сравнение политения и полиплоидии.	Подписи к таблице, текст и иллюстрации в учебнике (Верещагина, с. 102-103; Ченцов, с. 88-96).

### Контрольные вопросы

1. Объясните значение понятий: кариоплазма, кариолемма, ядерные поры, гетерохроматин, эухроматин, ядрышко, ядрышковый организатор.
2. Какое строение имеют хромосомы?
3. Назовите периоды клеточного цикла и их относительную длительность. В каком периоде происходит удвоение ДНК? В каком периоде клетка растет и синтезирует белки? Что происходит в постсинтетическом периоде?
4. В чем состоит биологический смысл процесса эндорепродукции?
5. Что такое политения и полиплоидия? У каких организмов чаще наблюдаются эти процессы?

### Литература

- Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970. – С. 18, 29.
- Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984. – С. 41-52.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 т. – М.: Мир, 1993. – Т. 3. Глава 22 (Клеточный цикл).
- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.
- Ярыгин, В. Н. и др. Биология: в 2 т. – М.: Высшая школа, 2003.

## Тема 11. Способы деления клеток

### ЗАНЯТИЕ 16

**Тема:** «Размножение клеток»

**Цели занятия:** 1. Рассмотреть на микропрепаратах и схемах в учебнике и изучить процесс клеточного деления, различные способы клеточного деления.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Амитоз как способ клеточного деления.
2. Характеристика фаз митоза. Биологический смысл митоза.
3. Мейоз (редукционное и эквационное деления).

**Ход самостоятельной работы**

№	Задание	Объект	Программа действий	Возможные ориентиры
1	2	3	4	5
1.	Идентифицировать в препарате фазы митоза	Препарат: кариокинез в клетках кончика корешка лука.	Найти на малом увеличении зону делящихся клеток, на большом увеличении найти клетки на стадии: 1) интерфазы, 2) профазы, 3) метафазы, 4) анафазы, 5) телофазы. Зарисовать клетки в каждой фазе митоза.	См. пояснения в практикуме (Андрес, с. 68-73, рис. 33; Новиков, Святенко, с. 41-46, рис. 22).
2.	То же	Препарат: митоз животной клетки (краевая зона печени аксолотля)	То же.	Зона деления расположена на крае среза. Делящиеся клетки очень невелики, в отличие от интерфазных клеток в центре препарата. Цитоплазма и границы делящихся клеток практически не видны – заметны только ядра клеток в стадии профазы и телофазы и хромосомы в стадии метафазы и анафазы. См. также практикум (Андрес, с. 73-74; Елисеев, рис. 11, с. 18).
3.	Рассмотреть амитотически делящиеся клетки.	Препарат: амитоз в эпителиальных клетках мочевого пузыря мыши.	Найти на большом увеличении амитотически делящиеся клетки. Зарисовать одну или несколько клеток.	Делящиеся клетки крупные, их цитоплазма слабо-розового цвета, ядра крупные, вишневые или сиреневые. Границы клеток слабо различимы. Могут встречаться многоядерные клетки и клетки с ядрами, разделенными перетяжкой (Новиков, Святенко, с. 51-52, рис. 26; Андрес, с. 66-68, рис. 32; Елисеев, рис. 12, с. 18).
4.	Изучить схему мейоза	Таблицы: “Мейоз. Редукционное деление”, “Мейоз. Эквационное деление”	Изучить события, происходящие в процессе мейоза. Найти: биваленты (тетрады хроматид), хиазмы, расхождение гомологичных хромосом, расхождение хроматид.	См. подписи к таблице, а также текст и иллюстрации в учебнике и практикуме (Трошин и др., с. 187-189; Новиков, Святенко, с. 61-63, 65-66).
5.	Рассмотреть мейотически делящиеся клетки.	Микропрепарат: деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды	Найти при малом увеличении: яйцеклетки, сперматозоиды; при большом увеличении – полярные тельца (полоциты) I и II-го порядка; делящиеся яйцеклетки	При малом увеличении видны яйцеклетки с толстой темной оболочкой, между ними темные треугольнички – сперматозоиды. Цитоплазма яйцеклетки серого цвета, отделена от оболочки околочелочным

		на стадии метафазы II.	(перивителлиновым) пространством. Полоциты имеют вид темных точек, полоцит I прижат к оболочке яйца, полоцит II расположен на границе цитоплазмы и околожелточного пространства. Клетки на стадии метафазы имеют характерное веретено деления, хромосомы максимально утолщены и лежат в экваториальной области клетки (Новиков, Святенко, с. 65-66, рис. 39)
--	--	------------------------	--

### Контрольные вопросы

1. Назовите фазы митоза и расскажите о событиях, происходящих во время каждой фазы.
2. В каких клетках чаще всего наблюдается амитоз? Что такое генеративный и дегенеративный амитоз? Как вы полагаете, какими причинами вызывается амитоз в эукариотических клетках?
3. Назовите отличия мейоза от митотического деления.
4. Что такое кроссинговер? В чем его биологическое значение?

### Литература

- Елисеев В. Г., Афанасьев Ю. И., Котовский Е. Ф. Атлас микроскопического строения клеток, тканей и органов. – М.: Медицина, 1970. – С. 18, 29.
- Новиков А. И., Святенко Е. С. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии. – М.: Просвещение, 1984. – С. 41-52.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 т. – М.: Мир, 1993. – Т. 3. Глава 20 (Размножение)
- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.
- Ярыгин, В. Н. и др. Биология: в 2 т. – М.: Высшая школа, 2003.

## ЗАНЯТИЕ 17

### Коллоквиум на тему: «Способы деления клеток»

**Цели занятия:** 1. Сформировать представление о способах и механизмах клеточного деления.

### Вопросы для обсуждения

1. История открытия амитоза, значение этого открытия для создания клеточной теории.
2. Репаративный амитоз у эукариот.
3. Митоз как основной способ клеточного деления у эукариот.
4. Своеобразие процессов митоза у грибов.
5. История открытия и изучения мейоза, значение этого открытия для создания хромосомной теории наследственности.
6. Характеристика фаз мейоза. Биологический смысл мейоза.

### Литература

- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.
- Ярыгин, В. Н. и др. Биология: в 2 т. – М.: Высшая школа, 2003.

## ЗАНЯТИЕ 18

**Конференция на тему: «Старение и смерть клетки»**

**Цели занятия:** 1. Сформировать представление о механизмах и биологическом смысле процессов старения и смерти клеток.

### Примерные темы докладов

1. Основные теории клеточного старения.
2. Некроз клеток.
3. Апоптоз: примеры и роль в живом организме.
4. Механизмы индукции апоптоза: митохондриальный путь.
5. Механизмы индукции апоптоза: рецепторный путь.
6. Каспазы и их роль в апоптозе.
7. Строение и функции апоптосом.

### Литература

- Верещагина, В.А. Основы общей цитологии. – М.: Академия, 2009.
- Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология. – М.: Издательство Юрайт, 2022.
- Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию. – М.: Академкнига, 2005.
- Савицкая М.А., Онищенко Г.Е. Механизмы апоптоза. Обзор // Биохимия, 2015, том 80, вып. 11, с. 1613-1627.

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

### 6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-8 ПК-2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
ОПК-8 ПК-2	Графическая работа (зарисовки в альбоме)	Низкий (неудовлетворительно)	Студент выполнил работу не полностью, или же допустил в ней грубые ошибки в зарисовках или подписях, требующие полной переделки работы.
		Пороговый (удовлетворительно)	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней грубые ошибки в зарисовках или подписях (которые успевает исправить в ходе занятия).
		Базовый (хорошо)	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней недочеты в зарисовках или подписях, легко исправляемые после замечания
		Высокий (отлично)	Работа выполнена полностью, без ошибок, аккуратно; рисунки и подписи верны, цвета переданы верно
ОПК-8 ПК-2	Анализ препаратов	Низкий (неудовлетворительно)	Студент отвечает неправильно, нечетко и неубедительно, дает неверные форму-

			лировки, в ответе отсутствует какое-либо представление о вопросе
		Пороговый (удовлетворительно)	Студент отвечает неконкретно, слабо аргументированно и не убедительно, хотя и имеет какое-то представление о вопросе
		Базовый (хорошо)	Студент отвечает в целом правильно, но недостаточно полно, четко и убедительно
		Высокий (отлично)	Ставится, если продемонстрированы знание вопроса и самостоятельность мышления, ответ соответствует требованиям правильности, полноты и аргументированности.
ОПК-8 ПК-2	Собеседование, коллоквиум	Низкий (неудовлетворительно)	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, неверно употребляет термины, беспорядочно излагает материал.
		Пороговый (удовлетворительно)	Студент обнаруживает знание и понимание программного материала, но: <ul style="list-style-type: none"> <li>• излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;</li> <li>• не умеет обосновать свои суждения и привести примеры;</li> </ul> излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого материала.
		Базовый (хорошо)	Студент обнаруживает знание и понимание программного материала, но: <ul style="list-style-type: none"> <li>• в ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса;</li> <li>• не приведены иллюстрирующие примеры, недостаточно четко выражено обобщающее мнение студента;</li> </ul> допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого материала.
		Высокий (отлично)	Студент обнаруживает глубокое и прочное усвоение программного материала: <ul style="list-style-type: none"> <li>• полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>• обнаруживает понимание материала, (верные ответы при видоизменении задания), может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры;</li> </ul> излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
ОПК-8	Расчетная	Низкий	Задача не решена или решена неверно,

ПК-2	задача	(неудовлетворительно)	или алгоритм решения не записан, или записанный алгоритм не может привести к данному ответу.
		Пороговый (удовлетворительно)	Задача в целом решена, но алгоритм решения записан не полностью, или в записи имеются ошибки.
		Базовый (хорошо)	Задача решена верно, алгоритм решения записан полностью, но в записи имеются не грубые ошибки.
		Высокий (отлично)	Задача решена верно, алгоритм решения записан полностью, запись не содержит ошибок.
ОПК-8 ПК-2	Устное сообщение (доклад с мультимедийной презентацией) на конференции	Низкий (неудовлетворительно)	Тема сообщения (доклада) не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый (удовлетворительно)	Имеются существенные отступления от требований к сообщению (докладу). В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании сообщения или при ответе на дополнительные вопросы; отсутствует анализ информации, вывод.
		Базовый (хорошо)	Основные требования к сообщению (докладу) и его презентации выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем сообщения (доклада); имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы даны неполные ответы.
		Высокий (отлично)	Выполнены все требования к подготовке и презентации сообщения (доклада): тема раскрыта полностью, сведения научно достоверны, логично изложены; сформулированы выводы, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, указаны источники информации, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

### 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

#### Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопро-

сов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

#### **Примерные вопросы к зачету**

1. Краткая история изучения клетки.
2. Свойства клетки как элементарной структурной и функциональной единицы живых организмов. Разнообразие формы и функций клеток.
3. Химический состав клетки. Содержание и функции воды и других неорганических соединений в живых клетках.
4. Липиды. Структура и функции нейтральных жиров, фосфолипидов и стероидов в клетке.
5. Функции углеводов в клетках. Основные моно-, ди- и полисахариды.
6. Химический состав и функции белков в живых клетках.
7. Химический состав и функции нуклеиновых кислот в живых клетках.
8. Структура и функции биологических мембран.
9. Плазмалемма и ее производные. Межклеточные контакты. Транспорт веществ через плазмалемму.
10. Мембранные и немембранные органоиды клеток. Краткая характеристика.
11. Строение и функции эндоплазматического ретикулума.
12. Строение и функции аппарата Гольджи.
13. Структура и функции лизосом и микротелец (пероксисомы, глиоксисомы).
14. Строение и функции митохондрий.
15. Строение и функции пластид.
16. Строение и функции ядра эукариотических клеток.
17. Строение и функции рибосом. Синтез и локализация рибосом в клетке. Их участие в синтезе белка.
18. Цитоскелет. Микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки: строение и функции.
19. Строение и функции клеточного центра (центросомы).
20. Органоиды специального назначения (тонофибриллы, миофибриллы, нейрофибриллы; микроворсинки): строение и функции.
21. Органоиды движения: реснички и жгутики. Их строение, ультраструктура осевой нити, функции.
22. Метаболизм клетки. Система получения энергии в клетке.
23. Клеточный (митотический) цикл.
24. Эндорепродукция.
25. Клеточное деление эукариот. Характеристика фаз митоза.
26. Амитоз.
27. Мейоз. Характеристика фаз, биологический смысл.
28. Клеточная смерть. Сравнительная характеристика некроза и апоптоза.
29. Сравнительная характеристика эукариотических и прокариотических клеток. Симбиотическая гипотеза происхождения некоторых мембранных органоидов эукариот.
30. Сравнительная характеристика растительных и животных клеток.

#### **6.3 Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ОПК-8, ПК-2.**

Тесты содержат следующие типы заданий:

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; 3 б – если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<b>ОПК-8.</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области.

### Задание 1.

Клеточная теория – это учение о том, что:

1. все растения состоят из клеток
2. все живые организмы состоят из клеток
3. клетка состоит из плазмалеммы, цитоплазмы и ядра
4. клетка – сложная система, включающая множество органоидов

Ответ: 2

### Задание 2.

Конструктивной особенностью электронного микроскопа является следующее:

1. в тубус микроскопа накачивается воздух и создается высокое давление
2. вместо линз для фокусировки луча используются электромагнитные катушки
3. для фокусировки луча используются зеркала и монокристаллы
4. он управляется компьютером.

Ответ: 2

**Задание 3.**

Какую функцию в клетке выполняют рибосомы?

1. синтеза АТФ
2. синтеза белков
3. синтеза углеводов и липидов
4. расщепления органических полимеров до мономеров

Ответ: 2

**Задание 4.**

Во всех живых клетках имеются:

1. ядра
2. митохондрии
3. рибосомы
4. лизосомы

Ответ: 3

**Задание 5.**

Кто из перечисленных ученых участвовал в создании клеточной теории?

1. Матиас Шлейден
2. Теодор Шванн
3. Рудольф Вирхов
4. Карл Линней
5. Марчелло Мальпиги
6. Чарлз Дарвин

Ответ: 1, 2, 3

**Задание 6.**

Выберите структуры клетки, которые видны под световым микроскопом.

1. ядро
2. митохондрии
3. клеточный центр
4. лизосомы
5. эндоплазматическая сеть
6. рибосомы

Ответ: 1, 2, 3

**Задание 7.**

Выберите структуры клетки, которые не образуются в клетке заново и должны наследоваться от материнской клетки

1. митохондрии
2. хлоропласты
3. лейкопласты
4. рибосомы
5. комплекс Гольджи
6. лизосомы

Ответ: 1, 2, 3

**Задание 8.**

Установите соответствие клеточных структур и обеспечиваемых ими процессов.

Ядро : хранение и реализация генетической информации

Эндоплазматическая сеть : синтез липидов, углеводов и белков

Лизосомы : расщепление биополимеров на мономеры

Митохондрии : расщепление органических веществ до неорганических

### Задание 9.

Установите соответствие белков и образуемых ими клеточных структур.

Актин : филаменты цитоскелета

Тубулин : микротрубочки

Гистоны : хромосомы

Нуклеопорины : ядерные поры

### Задание 10.

Расположите в правильном порядке структуры животной клетки, начиная снаружи.

1 : гликокаликс

2 : плазмалемма

3 : цитоплазма

4 : ядерная оболочка

5 : кариоплазма

6 : ядрышко

### Задание 11.

Расположите в правильном порядке стадии клеточного катаболизма, начиная с поступления веществ в клетку

1 : образование эндосомы и присоединение к ней лизосомы

2 : расщепление биополимеров на мономеры с помощью ферментов лизосом

3 : рассеивание энергии в виде тепла

4 : расщепление сахаров в цитоплазме

5 : расщепление органических веществ до конечных продуктов обмена в митохондриях

6 : синтез большого количества АТФ

### Задание 12.

Транспортные РНК доставляют к месту синтеза белка \_\_\_\_\_?

Ответ: аминокислоты

### Задание 13.

Цитоплазма клетки заполнена цистернами гранулярной (шероховатой) эндоплазматической сети. Какой процесс интенсивно идет в клетке?

Ответ: синтез белков

### Задание 14.

В чем состоит биологический смысл митоза?

Пример ответа:

1. Митоз обеспечивает точное и правильное распределение хромосом между дочерними клетками, сохраняет генетическую идентичность клеток.

2. Митоз обеспечивает размножение клеток, лежит в основе роста организма и бесполого размножения.

### Задание 15.

Приведите основные отличия в строении животных и растительных клеток (укажите не менее трех признаков)

Пример ответа:

1. У клеток растений имеется клеточная стенка из целлюлозы, у животных клеточной стенки нет.

2. В цитоплазме клеток растений имеются пластиды (хлоропласты) и крупная центральная вакуоль, которых нет у животных;
3. Животные клетки содержат центриоли, которых нет у животных;
4. Запасной углеводов у растений – крахмал, у животных – гликоген.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<b>ПК-2.</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования	ПК-2.1 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов биологии (ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, биологии развития, анатомии человека, физиологии растений и животных, общей экологии, теории эволюции) для решения теоретических и практических задач.

#### Задание 1.

Увеличение светового микроскопа равняется...

1. произведению увеличений объектива и окуляра
2. сумме увеличений объектива и окуляра
3. увеличению объектива
4. увеличению окуляра

Ответ: 1

#### Задание 2.

Метод дифференциального центрифугирования включает:

1. мечение веществ радиоактивными изотопами
2. замораживание клеток и дробление их ультразвуком
3. использование сканирующего электронного микроскопа
4. изучение живых клеток

Ответ: 2

#### Задание 3.

Последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК определяют методом...

1. секвенирования
2. мечения радиоактивными изотопами
3. гель-электрофореза
4. исследования в темном поле

Ответ: 2

#### Задание 4.

Эпителиальные клетки, выстилающие полость кишечника, имеют щеточную каёмку из микроворсинок. Какая функция клеток нарушится, если микроворсинки удалить?

1. всасывание питательных веществ
2. удаление продуктов метаболизма
3. синтез витаминов
4. защита от чужеродных белков

Ответ: 1

#### Задание 5.

Клетку обработали веществами, нарушающими конформацию белков, входящих в состав плазмалеммы. Какие функции клеточной мембраны будут нарушены?

1. активный транспорт ионов
2. рецепция
3. соединение с соседними клетками

4. барьер на пути воды
5. транспорт липофильных молекул
6. замкнутость мембраны

Ответ: 1, 2, 3

#### **Задание 6.**

Какие структуры клетки можно рассмотреть только с помощью электронного микроскопа?

1. Рибосомы
2. Лизосомы
3. Ядерные поры
4. Реснички
5. Клеточный центр
6. Аппарат Гольджи

Ответ: 1, 2, 3

#### **Задание 7.**

Выберите структуры клетки, которые не образуются в клетке заново и должны наследоваться от материнской клетки

5. митохондрии
6. хлоропласты
7. лейкопласты
8. рибосомы
9. комплекс Гольджи
10. лизосомы и микротельца

Ответ: 1, 2, 3

#### **Задание 8.**

Сопоставьте особенности строения клеток и выполняемые клетками функции:

имеется жгутик : активное передвижение

имеются микроворсинки : всасывание

хорошо развит аппарат гольджи : секреция

множество митохондрий : теплопродукция

#### **Задание 9.**

Сопоставьте фазы митоза и видимое под световым микроскопом положение хромосом:

Профаза : хромосомы спирализованы, лежат клубком в центре клетки

Метафаза : хромосомы выстроены в экваториальной пластинке

Анафаза : хромосомы имеют подковообразную форму, лежат двумя группами по сторонам от экватора

Телофаза : хромосомы лежат плотными группами на полюсах клетки, формируются новые ядра

#### **Задание 10.**

Установите последовательность процессов во время деления стволовой клетки крови у человека.

- 1 : Компактизация хромосом.
- 2 : Образование микротрубочек веретена деления
- 3 : Выстраивание хромосом по экватору клетки.
- 4 : Разделение центромер хромосом.
- 5 : Движение хромосом к полюсам клетки.
- 6 : Формирование ядерной оболочки.

**Задание 11.**

Установите последовательность стадий опыта по клонированию животного.

- 1 : Выделение яйцеклетки
- 2 : Удаление ядра из яйцеклетки
- 3 : Пересадка в яйцеклетку ядра соматической клетки
- 4 : Культивирование эмбриона
- 5: Имплантация эмбриона суррогатной матери
- 6 : Получение клона.

**Задание 12.**

Какой прибор используется при изготовлении тонких срезов для световой микроскопии?

Ответ: микротом

**Задание 13.**

На клетку подействовали препаратом, изменяющим структуру рибосом. Какой процесс в первую очередь будет нарушен?

Ответ: синтез белков

**Задание 14.**

Какая ткань - мышечная или эпителиальная - содержит больше митохондрий? Объясните почему.

Пример ответа: Мышечная ткань содержит больше митохондрий, чем эпителиальная, поскольку обеспечивает движение, требующее больших затрат энергии. Энергия в клетке запасается в виде АТФ, именно митохондрии отвечают за синтез АТФ в клетке.

**Задание 15.**

Объясните, как клетка может получать ионы, концентрация которых внутри клетки выше, чем снаружи?

Пример ответа: клетка может получать ионы благодаря активному транспорту через клеточную мембрану. При этом энергия АТФ тратится на перемещение ионов против градиента концентрации. Примером активного транспорта является натрий-калиевый насос.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## **8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование

специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## 9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

### 9.1 Литература

1. Верещагина, В.А. Основы общей цитологии : учеб. пособие для вузов / В. А. Верещагина. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. – 171, [1] с. : ил. Экземпляры всего: 42
2. Верещагина, В. А. Основы общей цитологии : учебное пособие / В. А. Верещагина. – М. : Академия, 2007. – 176 с. Экземпляры всего: 49
3. Грин, Н. Биология: Пер. с англ. : В 3 т. – Т.1, гл. 7 (Клетки); т. 3, гл. 20 (Размножение), 21 (Рост и развитие), 22 (Клеточный цикл) / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор – М. : Мир, 1993. Другие издания: М. : Мир, 1994; М. : Мир, 2004. Экземпляры всего: 5
4. Ленченко, Е. М. Цитология, гистология и эмбриология : учебник для вузов / Е. М. Ленченко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 347 с. // Образовательная платформа Юрайт. URL: <https://urait.ru/bcode/491898>
5. Маликова, Е. И. Лабораторные занятия по цитологии. Методические рекомендации для студентов / Е. И. Маликова – Благовещенск : Изд-во БГПУ, 1999. – 25 с. Экземпляры всего: 46
6. Новиков, А.И. Руководство к лабораторным занятиям по гистологии с основами эмбриологии: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец. / А.И. Новиков, Е.С. Святенко – М. : Просвещение, 1984. – 168 с., ил. Экземпляры всего: 35
7. Практикум по цитологии : учеб. пособие / под ред. Ю. С. Ченцова. – М. : Изд-во МГУ , 1988. – 296 с. Экземпляры всего: 10
8. Самусев, Р.П. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии : учеб. пособие для студ. мед. вузов / Р. П. Самусев, А. В. Смирнов ; под ред. Р.П. Самусева. – 2-е изд., испр. – М. : Оникс : Мир и Образование, 2006. – 397, [2] с. : ил., цв. ил. Экземпляры всего: 5
9. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию / Ю.С. Ченцов – М. : Академкнига, 2005. – 496 с. Экземпляры всего: 12
10. Ярыгин, В. Н. Биология: в 2 т. / В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. И. Волков, В. В. Синельщикова. – М.: Высшая школа, 2003. – Т. 2. – 232 с. Экземпляры всего: 16
11. Атлас микроскопического и ультрамикроскопического строения клеток, тканей и органов / В.Г. Елисеев [и др.] – М. : Медицина, 1970. – 448 с. (1 экз.+ 1 в аудитории)
12. Алмазов, И.В. Атлас по гистологии и эмбриологии: Учебное пособие / И.В. Алмазов, Л.С. Сутулов – М. : Медицина, 1978. – 544 с. (в аудитории)

### 9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Биология клетки. – <http://humbio.ru/humbio/cytology/00000d33.htm>
4. Поиск по журналу «Nature»: Биология клетки – <https://www.nature.com/search?q=cell+biology&journal=>
5. Словари и энциклопедии on-line: проект Academic.ru – <https://dic.academic.ru/>; Биологический энциклопедический словарь: [https://dic.academic.ru/contents.nsf/dic\\_biology/](https://dic.academic.ru/contents.nsf/dic_biology/)
6. Биология клетки на Постнауке: курс видеолекций - <https://postnauka.ru/courses/17529>
7. Индикатор. Открытия российских ученых: Клетка – <https://indicator.ru/label/kletka>

### 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник [http:// polpred.com/news](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (стенды, препараты, биологические коллекции, мультимедийные презентации, видеофильмы).

Для проведения практических занятий используется **Учебная лаборатория зоологии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Экспозиционный экран
- Микроскоп биологический «Микромед» С-1 (12 шт.)
- Микроскоп монокулярный МС-10 (1 шт.)
- Микроскоп бинокулярный МБС-10 (2 шт.)
- Цифровая камера – окуляр для микроскопа (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия: микропрепараты, презентации, видеофильмы по дисциплине «Цитология».

Используется также **Лаборатория естественнонаучной направленности педагогического технопарка «Кванториум-28» им. С.В. Ланкина**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Доска 1-элементная меловая магнитная
- Ноутбук (4 шт.)
- МФУ принтер (1 шт.)
- Аппарат Киппа (2 шт.)
- Стерилизатор для лабораторной посуды воздушный (1 шт.)
- Лабораторное оборудование по химии (6 шт.)
- Магнитная мешалка (1 шт.)
- Цифровая лаборатория по химии «Releon» (6 шт.)
- Цифровая лаборатория по физике «Releon» (6 шт.)
- Цифровая лаборатория по биологии «Releon» (6 шт.)
- Учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий (6 шт.)
- Учебная лаборатория точных измерений (6 шт.)
- Микроскоп учебный «Эврика» (6 шт.)

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ и др.

Используемое программное обеспечение: Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

**Разработчик:** Е.И Маликова, к.б.н., доцент кафедры биологии

**11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ**

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 2026 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения:	
№ страницы с изменением:	
Исключить:	Включить: