

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра биофизики

**УТВЕРЖДАЮ**

проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Моржухина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Цитология**

(наименование дисциплины)

**по направлению (специальности)**

**140307.65 – Радиационная безопасность человека и окружающей среды**

(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: специалист,

Курс (семестр): II курс, 3 семестр

г. Дубна, 2009 г.

Программа дисциплины « Цитология \_\_\_\_\_ » по направлению (специальности)  
«140307.65»: Учебная программа. Автор: Говорун Р.Д.– Дубна: Университет «Дубна», 2009.

Автор программы: Говорун Р.Д., кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник  
ФИО, ученое звание, кафедра Биофизики \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом  
высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки  
(специальности)

140307.65 – Радиационная безопасность человека и окружающей среды  
(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры БИОФИЗИКИ \_\_\_\_\_  
(название кафедры)

Протокол заседания № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Красавин Е.А. /  
Профессор (подпись) (фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой<sup>1</sup> \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

ОДОБРЕНО

декан факультета (директор института, филиала) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(ученое звание, степень) (подпись) (ФИО)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель библиотечной системы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (ФИО)

Министерство образования Российской Федерации

<sup>1</sup> если программа разработана обучающей кафедрой

## 1. Аннотация

ДС.00	ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ	
ДС.07	ЦИТОЛОГИЯ	101

Цитология - наука о строении, процессах жизнедеятельности, воспроизведении и гибели клеток. В третьем тысячелетии цитология стала превращаться из науки фундаментальной в прикладную, способную ставить и решать актуальные задачи современной биологии и медицины. С ее помощью были решены вопросы производства биологических препаратов, начата разработка основ клеточной и тканевой терапии. Клеточные модели оказались чрезвычайно полезны при выяснении причин врожденных патологий и злокачественных новообразований.

Курс «Цитология» входит в учебный план подготовки специалистов по направлению 140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» и изучается на втором курсе (третий семестр). Исходный уровень знаний студентов подразумевает знакомство с общей биологией. В процессе освоения курса важную роль играет проведение контрольных работ, коллоквиумов. Итоговая оценка складывается из оценки приобретенных навыков работы с микроскопом и теоретических знаний.

### Цели и задачи дисциплины

**Целью** курса лекций по цитологии является ознакомление со строением и функционированием клеток разного происхождения, выявлению сходств и различий клеток прокариот и эукариот, клеточных процессов и принципов их действия, установлению причинно-следственных связей в строении и функционировании клеток и тканей. Особое внимание уделяется эукариотическим клеткам, к которым относятся клетки млекопитающих и человека. Рассматриваются клетки как элементарные структурные единицы живой материи и основные закономерности, являющиеся общими для клеток вне зависимости от их органного, тканевого или видового происхождения. На практических занятиях студенты овладевают навыками работы с микроскопом, знакомятся с разными видами клеток и их хромосомами, просматривая и изучая готовые препараты фиксированных и окрашенных клеток. Знакомятся и осваивают основные методы работы с клетками: измерение их размеров, определение концентрации клеток в суспензии с использованием специализированных камер для их учета.

### **Задачи курса:**

- Изучить концептуальные основы и методические приемы цитологии.

- Устанавливать причинно-следственные связи в строении и функционировании клеток, тканей.

- Выявить сходство и различие клеток прокариот и эукариот, клеточных процессов и принципов их действия.

- Овладеть навыками работы с использованием микроскопической техники.

- Ознакомиться с основными цитохимическими, биохимическими и другими современными методами исследования клеток.

### **Место курса в подготовке специалиста**

Курс «Цитология» базируется на знаниях по общей биологии, биохимии и является базовым для последующих курсов - «Микробиология», «Иммунология», «Радиобиология», «Радиационная генетика» и др. Дальнейшее изучение других разделов биологии, спецкурсы, практикумы расширят материал данного предмета. Цитология входит в цикл СД, является составной частью подготовки студентов-радиобиологов.

### **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- Общую характеристику клеток; строение, химический состав клеток и их компонентов; структуру и функции всех клеточных органелл.
- последовательность событий, составляющих клеточный цикл
- морфологию и классификацию хромосом; методы анализа хромосом; хромосомные нарушения и методы их анализа: анафазный, метафазный, микроядерный; разнообразие видов хромосомных aberrаций и их классификация.
- основные методы изучения клеток

Настоящий курс является необходимой базой для последующего изучения различных разделов в специализированных курсах: радиобиологии, радиационной генетике, повреждения и репарации ДНК, молекулярной биологии, цитогенетике, молекулярной генетике и других дисциплин.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (час):

Вид занятий	Всего часов	Семестры			
		3			
Общая трудоемкость	101	101			
Аудиторные занятия:	51	51			
Лекции	34	34			
Практические занятия (ПЗ)	17	17			
Семинары (С)					
Лабораторные работ (ЛР)					
Самостоятельная работа:	8	8			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен			

5. Содержание программы

Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	самостоятельная работа студентов
1	История развития цитологии. Цитология, ее место в системе биологических знаний. Общая характеристика клеток: строение, химический состав клеток и ее компонентов.	2	1		0,5
2	Методы цитологических исследований	2	2		0,5
3	Строение и принцип жизнедеятельности клетки. Структура и функции клеточного ядра.	6	1		0,5

4	Структура и функции мембран	4			0,5
5	Метаболический аппарат цитоплазмы	4	2		1
6	Клеточные органеллы: строение и выполняемые функции	4	2		1
7	Единство и разнообразие клеточных типов	2	2		1
8	Клеточные органеллы: строение и выполняемые функции	2	2		1
9	Воспроизведение клеток. Митоз, мейоз.	6	4		1
10	Специализация и патология клеток.	2	1		1

(в таблице название раздела указывается в соответствии с обязательным минимумом содержания, изложенным в ГОС ВПО. В графах, обозначающих предусматриваемые виды занятий, проставляется знак \*).

### 5.1. Общее содержание

Тема 1. История развития цитологии. Цитология - наука о строении, функциях, метаболизме, взаимоотношениях со средой, развитии и происхождении клетки. Место цитологии в системе биологических наук. Значение цитологии для медицины и сельскохозяйственной науки. Подготовка клеточной теории (Гук, Мальпиги, Грю, Вольф, Бэр, Пуркинье, Броун). Клеточная теория. Значение работ Вирхова и оценка его представлений о развитии клеток, о клеточной патологии, о ее роли и значении в болезни организма. Роль учения о клеточном строении. Дальнейшее развитие цитологии. Современные основные положения клеточной теории.

Тема 2. Методы цитологических исследований. Прижизненное изучение клеток. Световая микроскопия: метод темного поля, фазово-контрастная. Метод клеточных культур. Изучение фиксированных клеток. Понятие о фиксации клеток. Принципы окрашивания клеточных структур. Методы цитохимического анализа. Авторадиография. Электронная микроскопия. Дифференциальное центрифугирование. Сочетание дискретного анализа отдельных компонентов клетки с изучением ее как целостной системы - основное направление в цитологических исследованиях.

Тема 3. Строение и принцип жизнедеятельности клетки. Клетка как единица строения, функционирования, развития, патологических изменений организмов. Деление клеток - путь увеличения их числа. Дифференцировка как процесс образования специализированных клеток. Тотипотентность клеток многоклеточного организма. Единство строения и функции клетки, ее органоидов и других структурных элементов. Общая характеристика клетки. Величина и форма клетки. Функциональные системы клеток: система синтеза белка, система энергетического обеспечения, система поглощения, система экскреции, система движения.

Тема 4. Единство и разнообразие клеточных типов: структура и функционирование эукариотической и прокариотической клеток. Клетки прокариотические и эукариотические. Гомологичность клеток. Различия в их строении.

Субмембранные структуры поверхностного аппарата эукариотической клетки: микрофиламенты (или микрофибрилярная система), микротрубочки, гетерогенная система промежуточных филаментов. Тубулины, их свойства и роль в образовании микротрубочек. Каркасная роль цитоплазматических микротрубочек. Микрофибриллы. Основные различия между растительной и животной клетками.

Тема 5. Структура и функции мембран. Плазматическая мембрана как основная универсальная для всех клеток подсистема поверхностного аппарата. Изучение организации плазматической мембраны. Модели организации мембраны: "бутербродная", модель липопротеинового коврика, жидкостно-мозаичная модель. Липиды мембран, их структура,

свойства, функции. Белки мембран, химия, свойства и функции. Рост плазматической мембраны. Роль плазматической мембраны в клеточной проницаемости. Пассивный и активный транспорт веществ через мембрану. Транспорт в мембранной упаковке: экзоцитоз и эндоцитоз, связь этих процессов с лизосомами. Другие функции плазматической мембраны: межклеточные контакты и связи. Специализированные структуры плазматической мембраны: микроворсинки, реснички и жгутики, оболочки аксонов, специальные структуры фоторецепторов. Строение ресничек и жгутиков эукариотических клеток. Строение жгутиков бактерий. Рецепторная функция плазмалеммы. Онтогенетические взаимоотношения между клеточными мембранами.

Тема 6. Ядерный аппарат клетки. Центральная догма молекулярной биологии. Роль ядра в жизни клетки и его значение в переносе информации от ДНК к белку. ДНК ядра, ее строение, свойства, редупликация. Транскрипция. Роль ядра в процессе трансляции: ядерное происхождение аппарата белкового синтеза в клетке. Основные функции ядра: транскрипция, редупликация, перераспределение генетического материала. Репликация молекул ДНК у прокариот и эукариот. Репликон. Генетический аппарат бактерий. Плазмиды.

Интерфазное ядро, основные элементы его структуры: хроматин (хромосомы), ядрышко, ядерный сок, ядерная оболочка. Хроматин, его химическая характеристика. Диффузный и конденсированный хроматин, эухроматин и гетерохроматин, их функциональное значение. Ультраструктура хроматина. Ядро в процессе редупликации и перераспределении генетического материала. Два состояния ядерных структур - хромосом. Поведение хроматина - хромосом - во время митоза. Общее строение, типы и форма митотических хромосом. Дифференцировка хромосом по длине: центромера, вторичная перетяжка, теломера. Понятие о кариотипе. Ультраструктура хромосом. Матрикс митотических хромосом. Концепция непрерывности хромосом в течение жизненного цикла клетки. Ядрышко - органоид синтеза клеточных рибосом. Число ядрышек, их хромосомное происхождение. Химия ядрышка, ДНК ядрышка. Строение и ультраструктура ядрышка. Цикл изменения структуры ядрышка в связи с его функцией. Судьба ядрышка в митозе и его связь с митотическими хромосомами. Ядерная оболочка, ее строение и функциональное значение. Поровые комплексы и плотная пластинка. Связь ядерной оболочки с цитоплазматическими структурами и хромосомами. Кариоплазма. Нерибосомные рибонуклеопротеидные структуры ядра.

Тема 7. Метаболический аппарат цитоплазмы. Общий химический состав цитоплазмы. Цитоплазма как сложноструктурированная система. Матрикс цитоплазмы или гиалоплазма.. Органоиды цитоплазмы. Рибосомы, их структурная и химическая организация. Активные центры рибосом. Предшественники р-РНК. Пути синтеза рибосом, роль ядрышка в этом процессе. Функции рибосом. Центриоль: встречаемость среди клеток растений и животных. Ультраструктура, репликация, участие в делении клеток. Аналоги центриолей у простейших. Мембранные структуры цитоплазмы. Эндоплазматическая сеть (ретикулум). Понятие и общая характеристика. Гранулярная эндоплазматическая сеть - эргастоплазма, ее строение, химическая композиция и основная роль как структуры, участвующей в синтезе экспортируемых из клетки белков. Рибосомы, их структура и роль в синтезе белка. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка. Синтез белков в гиалоплазме. Синтез, накопление и транспорт синтезированного белка в системе эндоплазматической сети. Связь гранулярной эндоплазматической сети с ядерной оболочкой. Гладкая эндоплазматическая сеть. Структурная характеристика и химия. Связь гладкого ретикулума с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул. Роль гладкой ЭПС в дезактивации различных химических реагентов. Аппарат Гольджи. Общая характеристика, локализация в клетке, микроскопическое строение, ультраструктура и функции. Диктиосома. Функции аппарата Гольджи: сегрегция, накопление, созревание и экскреция секретов и других веществ в клетке. Лизосомы. Структура и химическая характеристика лизосом. Типы лизосом. Функции лизосом, их происхождение. Связь лизосом

с процессами внутриклеточного пищеварения, с фагоцитозом, с работой аппарата Гольджи. Центральная вакуоль. Развитие и происхождение вакуолярной системы, ее функциональное значение. Пероксисомы и другие микротельца. Строение, распространение, химия и функции. Митохондрии. Структура митохондрий: мембраны, кристы, матрикс, их роль в синтезе и накоплении АТФ. Пути синтеза АТФ в клетке: анаэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование. Строение крист, локализация в липопротеидных мембранах звеньев окислительного фосфорилирования. Изменение структуры митохондрий в зависимости от их функционального состояния. Матрикс митохондрий: РНК, рибосомы, ДНК, белки митохондрий. Происхождение митохондрий. Аналоги митохондрий у бактерий. Пластиды. Тонкое строение хлоропластов, их развитие. Функция пластид. Лейкопласты, хромопласты. Происхождение пластид.

Тема 8. Воспроизведение клеток. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая и постсинтетическая фазы. Значение этих фаз в жизни клетки. Деление прокариотических клеток. Общая схема непрямого деления клеток (митоза) эукариотических клеток. Митоз у простейших, клеток растений и животных. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Роль микротрубочек в образовании ахроматинового веретена деления клеток. Роль веретена в расхождении хромосом при митозе. Цитокинез у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и фрагмопласта. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки. Метаболизм делящейся клетки. Регуляция митоза. Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Мейоз у животных и растений. Различия между митозом и мейозом. Эндомитоз и соматическая полиплоидия. Политения: политенные хромосомы. Понятие об амитозе.

Тема 9. Специализация и патология клеток. Дифференциация клеток - возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций. Роль ядра и цитоплазмы в дифференциации клеток. Теории дифференциации. Политенность ядер. Эмбриональная детерминация. Индукционные влияния. Гуморальные и нервные факторы дифференцировки. Опухолевая трансформация. Влияние повреждающих факторов на клетку. Теория паранекроза. Роль специфических и неспецифических реакций клетки на повреждения. Изменение структуры органоидов клетки при повреждении. Внутриклеточная репарация. Гибель клетки: цитологические признаки.

## **6. Практические занятия**

### *Темы лабораторных работ*

1. Световая микроскопия. Метод культуры тканей. Получение временных и постоянных препаратов.
2. Прокариотические клетки. Клетки эукариотических организмов. Форма клеток.
3. Проницаемость клеточных мембран. Специализированные структуры плазматической мембраны. Цитоплазма как сложноструктурированная система. Физико-химические свойства цитоплазмы. Движение цитоплазмы.
4. Интерфазное ядро, основные элементы его структуры. Цитохимические реакции на сахара, крахмал, клетчатку и жиры.
5. Митоз.
6. Мейоз.
7. Дифференциация клеток - возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций.



## ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Метод клеточных культур.
2. Клеточная теория.
3. Цитоскелет эукариотических клеток.
4. Поверхностный аппарат клеток прокариот.
5. Оболочки аксонов, специальные структуры фоторецепторов.
6. Строение ресничек и жгутиков эукариотических клеток. Строение жгутиков бактерий. Генетический аппарат бактерий. Плазмиды.
7. Интерфазное ядро.
8. Нерибосомные рибонуклеопротеидные структуры ядра. Немембранные органоиды цитоплазмы.
9. Функции плазматической мембраны: межклеточные контакты и связи. Мембранные органоиды цитоплазмы.
10. Пластиды. Тонкое строение хлоропластов, их развитие.
11. Пероксисомы и другие микротельца клеток.
12. Теории дифференциации. Деление клеток. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки.
13. Типы митоза. Мейоз.
14. Патология клеток. Гибель клеток.

Интернет-источники для подготовки:

<http://journal.issep.rssi.ru>; [www.tcitologiya.cytspb.rssi.ru](http://www.tcitologiya.cytspb.rssi.ru)

[www.cytgen.com](http://www.cytgen.com); [www.medliter.ru](http://www.medliter.ru); <http://www.medsite.net.ru/>

<http://www.bio-cat.ru>, <http://sci-lib.com>; <http://www.molbiol.ru>

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### *Основная литература:*

1. **Ченцов Ю.С.** Введение в клеточную биологию: Учебник для вузов / Ченцов Юрий Сергеевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2004. - 496с.
2. **Рис Э.** Введение в молекулярную биологию клеток: От клеток к атомам / Рис Энтони, Стернберг Майкл; Пер. с англ. В.А.Розенבלата и др. под ред. Ю.С.Лазуркина, В.А.Ткачука. - М.: Мир, 2002. - 142с.: ил. - Лит.: с.136.
3. **Джаксон М.Б.** Молекулярная и клеточная биофизика / Джаксон Мейер Б.; Пер. с англ. Е.В. Жуковской и др. под ред. А.П.Савицкого, А.И.Журавлева. - М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551с.: ил.
4. **Никитин А.Ф. и др.** Биология. Современный курс. 3-е изд., испр. и доп./ под ред. А.Ф. Никитина. – Н62 СПб.: СпецЛит, 2008. – 494 с.: ил. // ЭБС «КнигаФонд». - URL: <http://www.knigafund.ru/books/87682> (дата обращения: 30.08.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».

### *1. Дополнительная литература:*

1. **Билич Г.Л., Крыжановский В.А.** Биология. Полный курс: В 4 т. Том 1. Анатомия / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Издательство Оникс, 2009. – 864 с.: ил. // ЭБС «КнигаФонд». - URL: <http://www.knigafund.ru/books/42463> (дата обращения: 30.08.2011).-Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».
2. **Кудряшов Ю.Б.** Основные принципы в радиобиологии / Кудряшов Ю.Б. // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2001. - Т. 41, № 5. - С. 531 - 547: рис. - Библиогр.: с. 543 – 547.

3. **Никольский Н.Н.** Судьба цитологии - судьба исследователей: К 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Д. Н. Насонова / Никольский Н.Н., Розенталь Д.Л. // Вестник Российской академии наук. - 1995. - Т. 65, № 10. - С. 938 - 944: фот. - Библиогр.: с. 944.

4. **Афанасьев и др.** Гистология, цитология и эмбриология: Учебник для медицинских вузов / Афанасьев Юлий Иванович, Юрина Нина Алексеевна, Алешин Борис Владимирович и др.; Под ред. Ю.И.Афанасьева, Н.А. Юриной. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина, 1999. - 744с.: ил.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(указываются специализированные лаборатории и классы, основные приборы, установки, стенды или «не предусмотрено»)

- Мультимедийный проектор,
- Проектор «overhead»
- Слайды, трансперенсы, плакаты.
- Цитологическая лаборатория.
- Микроскопы (световые и др.).
- Камеры для просчета клеток.
- Устройства для определения размеров клеток (объект-микрометры, окулярные шкалы).
- Стекла (предметные и покровные).
- Реактивы для фиксации и окрашивания клеток.
- Демонстрационные материалы в виде таблиц, схем, рисунков.
- Электронные микрофотографии.
- Набор препаратов для изучения строения растительных и животных клеток, отдельных органелл, процессов деления клеток, неклеточных структур.

9. Формы контроля, перечень выносимых на экзамен (зачет) вопросов.

9.1 Формы промежуточного контроля. По разделам программы проводятся письменные контрольные работы или тестовые задания во время практических занятий, которые оцениваются по 5-бальной системе.

К каждому разделу программы составлены контрольные вопросы, на которые студенты во время практических занятий и выполнения самостоятельной работы дают письменные ответы. Оцениваются по по 5-бальной системе. Кроме того, предусмотрено тестирование по темам 2,4,5,6,7,8, оценивается как зачет по соответствующей теме.

По темам «Цитоскелет клетки», «Воспроизведение клеток», «Дифференциация и патология клеток» и т.д. выполняется и оформляется в письменной форме реферат, оценивается по 5-балльной системе.

На практических занятиях проводится опрос по данной теме, а также во внеаудиторные часы, установленные для КСР. «Защита» включает устное изложение содержания работы, ответы на вопросы, оппонирование авторами других рефератов. Оценка складывается из: а) оценки преподавателя за письменную работу; б) оценки за устное изложение; в) оценки за оппонирование. Преподаватель выносит одну результирующую оценку.

9.2. Форма итогового контроля – экзамен по цитологии в форме собеседования во время сессии по экзаменационным билетам, которые приведены в Учебно-методическом комплексе. Результаты сдачи экзаменов оцениваются по 5-бальной системе.

## Экзаменационные вопросы

1. Клеточная теория и ее постулаты.
2. Опишите структуру полирибосомы.
3. Препаратоводитель и его назначение при микроскопировании клеток.
4. Методы изучения клеток.
5. Основное отличие ядерной мембраны от других мембран клеток.
6. Определение местоположения клеток на препарате при микроскопировании.
7. Типы организации клеток и их особенности.
8. Назовите структуру начальной стадии компактизации ДНК.
9. Определение координат клеток на препарате при микроскопировании.
10. Химический состав клетки и ее компонентов.
11. Назовите последовательность фаз митоза.
12. Определение размеров клеток при микроскопировании.
13. Клеточный цикл. Митоз и его фазы
14. Назовите элементы клетки, выявляемые световым и электронным микроскопами.
15. Определение степени увеличения микрообъектов при микроскопировании.
16. Клеточный цикл. Митоз и его фазы
17. Назовите элементы клетки, выявляемые световым и электронным микроскопами.
18. Определение степени увеличения микрообъектов при микроскопировании.
19. Рибосомы : устройство и функция. Общая схема синтеза белков в клетках.
20. Назовите комплементарные пары нуклеотидов ДНК.
21. Устройство светового микроскопа и его назначение.
22. Структура и химический состав цитоплазматических мембран, их синтез и компановка.
23. Назовите комплементарные пары нуклеотидов в РНК.
24. Способы освещения объектов при микроскопировании клеток.
25. Строение, состав и функции плазматической мембраны клеток.
26. Назовите виды РНК, синтезируемых в ядрах клеток.
27. Роль препаратоводителя при микроскопировании клеток.
28. Типы хроматина в интерфазном ядре и его состав.
29. Назовите последовательность фаз мейоза эукариотических клеток.
30. Применение объективов с разным увеличением при микроскопировании клеток.
31. Лизосомы : общие характеристики и морфологическая гетерогенность.
32. Назовите уровни компактизации ДНК-хроматина.
33. Цель использования светофильтров при микроскопировании биообъектов.
34. Аппарат Гольджи : тонкое строение и основные функции.
35. Перечислите мембранные органеллы клеток.
36. Камера Горяева, ее применение и характеристики.
37. Митохондрии : структура, состав, ауторепродукция. Роль митохондрий в процессах
38. окислительного фосфорилирования.
39. Назовите компоненты клеточного ядра.
40. Объект-микрометр и его применение при определении размеров биообъектов.
41. Эндоплазматический ретикулум в клетках эукариот : его структура и функции.
42. Назовите немембранные органеллы эукариотических клеток.
43. Окуляр- шкала и ее применение при микроскопировании клеток.
44. Строение и функции цитоскелетных элементов клеток: микрофиламентов,
45. микротрубочек, промежуточных филаментов.
46. Перечислите виды пластид в растительных клетках.
47. Значение настройки освещения при микроскопировании клеток.

48. Мейоз и его роль в жизнедеятельности высших организмов. Фазы мейоза.
49. Перечислите структурные компоненты клеток прокариот.
50. Устройство и роль осветителя при микроскопировании клеток.