

**КОНТРОЛЬНЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР**

Учреждение образования  
«Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе БГПУ

А.В. Маковчик



19  
№ УД- 25-09/24 уч.

**КЛЕТочНАЯ БИОЛОГИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-31 80 01 Биология

2019 г.



Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта второй ступени высшего образования (магистратура) по специальности 1-31 80 01 Биология от 26.06 20 19 г. регистрационный № 81 и в соответствии с учебным планом специальности 1-31 80 01 Биология от 31 мая 2019 г. регистрационный №. 388-2019 / У.М.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

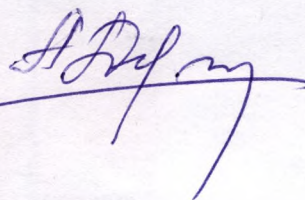
Лисов Н.Д., профессор кафедры общей биологии и ботаники, кандидат биологических наук, доцент;  
Жукова И.И., доцент кафедры общей биологии и ботаники, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В.Б. Звягинцев, заведующий кафедрой лесозащиты и древесиноведения БГТУ, кандидат биологических наук, доцент ;  
О.А. Ковалева, доцент кафедры морфологии и физиологии человека и животных, кандидат биологических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей биологии и ботаники  
(протокол № 10 от 15.05.2019);  
Заведующий кафедрой



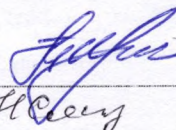
А.В. Деревинский

Научно-методическим советом БГПУ  
(протокол № 6 от 18.06.2019)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист отдела магистратуры БГПУ

Директор библиотеки



Т.В. Щипунова

Н.П. Сютковский

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На современном этапе развития биологии «Клеточная биология» является одной из интенсивно развивающихся дисциплин биологического профиля, тесно связанной с молекулярной биологией, биохимией и биофизикой. В программе отражены современные представления о клеточной организации живых организмов, структурных компонентах клеток, механизмах их взаимодействия и закономерностях гибели клеток. Основные цитофизиологические процессы раскрыты в динамическом единстве всех функциональных систем клетки.

Целью изучения учебной дисциплины «Клеточная биология» является формирование у студентов современных представлений о закономерностях структурной и функциональной организации клеток живых организмов, цитологических механизмах регуляции процессов жизнедеятельности и закономерностях гибели клеток.

К задачам учебной дисциплины относятся: углубление базовых знаний о структурной организации клеток, взаимосвязи отдельных компонентов клеток и их интеграции в единую живую систему; получение знаний о молекулярно-биологических процессах трансмембранного переноса веществ, внутриклеточного транспорта, секреции эндоцитоза, движения клеток, сигнализации, преобразования энергии и их регуляции; рассмотрение закономерностей хранения и передачи наследственной информации; изучение особенностей сортировки и транспорта белков в штичных компартментах клетки; изучение механизмов развития программированной клеточной гибели; изучение механизмов регуляции клеточного цикла.

Изучение учебной дисциплины «Клеточная биология» должно обеспечивать формирование у магистрантов специальных компетенций.

### ***Требования к специальным компетенциям***

Магистрант должен:

СК-2. Владеть системой знаний об ультраструктурной организации клетки. Быть способным использовать знания о молекулярных основах функционирования клеточных систем в разработке актуальных вопросов физиологии растений и животных, биотехнологии, экологии, сельском хозяйстве.

После изучения учебной дисциплины «Клеточная биология» магистрант должен **знать**:

- принципы клеточной организации биологических объектов;
- структурно-функциональные особенности прокариотических и эукариотических клеток, компартментов клетки, их функции и взаимосвязь;
- молекулярно-биологические особенности организации элементов поверхностного аппарата, гиалоплазмы, цитоскелета, ядерного аппарата;
- механизмы молекулярно-биологических процессов внутриклеточного транспорта, секреции, эндоцитоза, движения клеток, сигнализации, преобразования энергии;

- механизмы развития программированной клеточной гибели и регуляции клеточного цикла;
- современные методы изучения клеток и внутриклеточных процессов.

После изучения дисциплины магистрант должен *уметь*:

- анализировать особенности организации и функционирования поверхностного аппарата, ядерного аппарата, структур цитоплазмы, находить связь между строением и функцией;
- анализировать микропрепараты и фиксировать результаты наблюдений;
- анализировать электронно-микроскопические снимки и делать по ним выводы;
- решать ситуационные задачи;
- демонстрировать знание принципов клеточной организации прокариотических и эукариотических организмов, молекулярной организации отдельных клеточных структур;
- получать и обобщать информацию о закономерностях структурной и функциональной организации клеток, взаимодействии клеток между собой и межклеточным веществом;
- самостоятельно получать информацию с использованием современных образовательных и информационных технологий;
- объяснять практическое значение достижений в области биологии клетки для современной биологии, медицины и биотехнологии,

После изучения дисциплины магистрант должен *владеть*:

- общей структурой знаний биологии клетки;
- основными методами научного исследования биологических объектов на клеточном уровне.

Всего на изучение учебной дисциплины «Клеточная биология» на дневной форме получения образования отводится 102 часа, из них аудиторных – 42 часа.

Распределение аудиторных часов по видам занятий: 26 часов лекций, 16 часов практических занятий. Самостоятельная работа – 60 часов (24 ч + 36 ч на экзамен).

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена (первый семестр).



# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Введение

Предмет и задачи курса «Биология клетки». Биология клетки – наука о строении, функциях, процессах обмена веществ, взаимоотношениях с внешней средой, развитии и происхождении клеток. Практическое значение «Биологии клетки» для медицины, сельского хозяйства, ветеринарии и различных отраслей промышленности. Мировоззренческое значение «Биология клетки» и её место в курсе биологии в средней школе.

## Раздел 1. Поверхностный аппарат клетки

**Плазматическая мембрана.** Химический состав и строение: липиды (фосфолипиды, холестерол, минорные липиды, гликолипиды); бислои, мицеллы и липосомы; белки (трансмембранные, периферические, интегральные, гликопротеины); полисахариды, протеогликаны, гликокаликс – состав, функция. Компартменты в плазматической мембране – механизм возникновения, функция.

**Транспорт через плазматическую мембрану низкомолекулярных соединений.** Белки – транспортеры низкомолекулярных соединений: каналные белки, белки переносчики, АТФ-зависимые помпы. Внутриклеточный ионный состав и мембранный электрический потенциал. Унипортальный транспорт. Ко-транспорт антипортом и симпортом. Осмотическое давление и регуляция объема клетки. Внутриклеточный рН. Транцитоз низкомолекулярных соединений.

**Транспорт через плазматическую мембрану макромолекул.** Эндо- и экзоцитоз (конститутивный и опосредуемый рецепторами). Ранние и поздние эндосомы. Роль белков окаймления (клатринов, адаптинов и коатомеров) в эндо- и экзоцитозе и везикулярном транспорте. Транцитоз макромолекул. Методы изучения – воздействие детергентами, окрашивание лектинами, серебрение, воздействие ингибиторами транспорта, воздействие ионофорами, электронно-микроскопическое изучение поглощения ферретина и латекса, иммунохимическое исследование пэтчинга и кэпинга, исследование клеточной поверхности с помощью сканирующей электронной микроскопии.

**Клеточная адгезия, клеточные контакты.** Белки адгезии: семейства кадгеринов, иммуноглобулинов, интегринов.

Специализированные клеточные контакты. Структура и белки адгезивных контактов (десмосома, пояс адгезии, полудесмосома, фокальный контакт). Структура и белки плотных контактов. Структура и белки щелевых контактов – коннексоны и коннексины. Функциональные особенности специализированных межклеточных контактов.

**Клеточная оболочка.** Химический состав клеточной оболочки. Структурные компоненты оболочек клеток растений, грибов и водорослей. Компоненты матрикса, инкрустации и адкрустации. Организация клеточной оболочки. Биосинтез клеточной оболочки. Типы строения клеточных оболочек растений. Текстура и слоистость клеточной оболочки. Утолщение клеточной оболочки. Первичная и вторичная оболочка. Поры и плазмодесмы.

Особенности строения и биосинтеза клеточной оболочки бактерий.

## Раздел 2. Цитоскелет

**Актин и актиновые филаменты.** Строение молекулы актина. Изоформы актина, их экспрессия в различных типах клеток. Актин-подобные белки (Агр2/3, центрактин). G- и F-актин. Строение актинового филамента, неравнозначность его концов. Динамика полимеризации актина, динамическое равновесие G- и F-актина, участие АТФ в этом процессе. Механические свойства актинового филамента. Взаимодействие актина с фаллоидином и цитохалазинами и применение этих веществ в экспериментальных исследованиях. Движение бактерий в животных клетках, зависящее от индуцированной бактериями полимеризации актина. Функционирование акросомы. Регуляция полимеризации актина при активации тромбоцитов: роль профилина и тимозина.

Клеточный кортекс. Поток актина в движущихся по субстрату клетках, его регистрация. Ламеллоподии, филоподии. Расположение актиновых филаментов и регуляция их полимеризации на переднем крае движущихся по субстрату фибробластов и кератоцитов. Роль Агр2/3 и кофилина. Кэпирующие белки и их влияние на полимеризацию актина. Филамин, фимбрин, F-актинин. Параллельные пучки актиновых филаментов и участие актин-связывающих белков в их образовании. Расположение актиновых филаментов в микроворсинках, роль виллина, фимбринина и белка CapZ в образовании микроворсинок.

Взаимодействие актиновых филаментов с плазмалеммой. Строение цитоскелета эритроцитов. Анкирин, спектрин. Спектрин-подобные белки в ядерных клетках. Дистрофии, его роль в формировании мышечных клеток. Семейство белков ERM, регуляция их функций в клетках. Фокальный контакт, его строение. Специфические белки фокальных контактов: винкулин, Таллин, FAKкиназа. Опосредованное интегринами взаимодействие пучков актиновых филаментов и межклеточного матрикса в зоне фокального контакта. Взаимодействие стресс-фибрилл с межклеточными контактами эпителиоцитов.

**Миозин.** Структура молекулы миозина II. Функции различных доменов в молекуле миозина. Разнообразие семейства миозинов и общие свойства миозинов. Скорость движения различных миозинов по актину. Локализация различных типов миозинов в немускульных клетках. Миозин I, его взаимодействие с мембранами и роль в образовании микроворсинок. Миозин V и его роль в движении клеточных органелл. Роль миозина II в движении клеток по субстрату. Влияние на клетки ингибиторов миозина. Расположение миозина II в стресс-фибриллах и функции стресс-фибрилл.

Регуляция актомиозиновой системы. Перестройки актомиозиновой системы при распластывании клеток по субстрату и при делении клеток. Влияние фосфорилирования легких и тяжелых цепей миозина на его функцию. Роль G-белков, а также протеинкиназ в регуляции актомиозина. Белки, регулирующие взаимодействие миозина и актина (тропомиозин, тропонины, кальпонин) и их локализация в клетках. Роль ионов кальция в

регуляции актомиозиновой системы.

**Микротрубочки.** Строение молекулы тубулина. Изоформы тубулина. Посттрансляционные модификации тубулина. Разнообразие семейства тубулинов. Строение микротрубочки, неравнозначность ее концов, протофиламенты. Динамика полимеризации тубулина, участие ГТФ в этом процессе. Динамическое равновесие тубулина и микротрубочек: тредмиллинг и динамическая нестабильность. Механические свойства микротрубочек. Взаимодействие тубулина с антимикротрубочковыми веществами (колхицином, нокодазолом, винбластином и паклитакселем (таксолом)). Расположение микротрубочек в различных типах клеток (фибробласты, эпителий, нервные клетки, мышечные клетки). Экспериментальные доказательства динамичности микротрубочек *in vivo*. Тредмиллинг и динамическая нестабильность *in vivo*. Стабилизация микротрубочек *in vivo*, роль тектинов в аксонеме ресничек и жгутиков и белков, ассоциированных с микротрубочками в нервных клетках (MAP1, MAP2, tau). Белки, дестабилизирующие микротрубочки: статмин, катанин. Кэпирование минус-концов микротрубочек. Участие G-белков в регуляции динамики микротрубочек.

**Кинезины.** Строение молекулы кинезина II. Сходство и различия с миозином. Механохимический цикл кинезина, активация его АТФ-азной активности микротрубочками. Направленность кинезин-зависимого транспорта. Понятие процессивности кинезин-зависимого транспорта. “Шаги” кинезина по микротрубочке. Разнообразие семейства кинезинов. Различные виды внутриклеточного транспорта, влияние на них экспериментального разрушения микротрубочек и доказательства участия кинезина. Сальтаторные движения мембранных органоидов в клетках.

**Динеины.** Строение молекулы динеина. Сходство и различия с кинезином и миозином. Разнообразие семейства динеинов. Роль динеина в движении ресничек и жгутиков. Строение динактинового комплекса, его взаимодействие с динеином. Локализация динеина и динактинового комплекса в клетках. Внутриклеточный транспорт, зависимый от динеина: ретроградный аксонный транспорт, эндоцитоз, транспорт деградированных белков. Роль динеина в почковании дрожжей.

**Центросома.** Строение полярного тельца у дрожжей и его динамика в клеточном цикле. Строение центросомы в клетках животных, ее динамика в клеточном цикле.

Белки центросомы, их участие в инициации сборки микротрубочек и организации микротрубочек в цитоплазме. Строение центросомы: центриоли и перичентриолярный материал. Центриолярный и центросомный циклы. Образование центриолей *de novo*. Роль центросомы в организации цитоплазматических микротрубочек, митотического веретена и аксонемы. Клеточный центр и роль центросомы в компартментализации клетки. Преобразование центросомы при дифференцировке клеток. Поведение центросомы, центриолей и базальных тел при дифференцировке половых клеток. Проблема материнского и отцовского происхождения центросомы.

Нецентросомные центры организации микротрубочек. Поведение центросомы при изменении формы клеток и при движении клеток.

**Промежуточные филаменты.** Строение молекулы виментина. Строение филамента. Роль различных частей молекулы виментина в полимеризации филамента. Разнообразие белков промежуточных филаментов. Кератины I и II типа, группа белков III типа (GFAP, десмин), нейрофиламенты, ламины. Строение ядерной ламины. Белки промежуточных филаментов как маркеры типа клеток. Локализация промежуточных филаментов в клетках. Взаимодействие различных белков промежуточных филаментов при их совместной экспрессии в клетках.

**Другие цитоскелетные структуры.** Динамин, его роль в формировании мембранных везикул. Гигантские белки: плектин, титин, меромизин. Спазминовые филаменты, исчерченные корешки.

Взаимодействие различных цитоскелетных структур. Роль микротрубочек в формировании сети виментиновых филаментов. Движение меланосом в цитоплазме меланоцита и меланофоров. Взаимодействие кинезина, динеина и миозина в движении меланосом. Участие микротрубочек в перемещении культивируемых фибробластов, эндотелиоцитов и эпителиоцитов по субстрату. Роль микротрубочек и актомиозина в формировании отростков нервных клеток. Методы исследования – иммунохимическое окрашивание белков центросомы, центриолей, микротрубочек, промежуточных филаментов.

**Цитоскелет клеток растений.** Микротрубочки. Биохимические и фармакологические особенности микротрубочек клеток высших растений. Организация системы микротрубочек в клеточном цикле. Сходства и отличия в организации систем микротрубочек в клеточном цикле растительных и животных клеток. Интерфазная кортикальная и радиальная сеть.

Препрофазное кольцо как часть цитокинетического аппарата клеток: присутствие в определенных типах дифференцированных клеток, развитие и роль. Митотическое веретено: образование, структура, разнообразие форм, пластичность, дифференцировка в ходе митоза. Цитокинетический аппарат растительных клеток. Фрагмопласт, его образование и дифференцировка. Гипотезы о происхождении микротрубочек фрагмопласта. Отличия цитокинетического аппарата растительных и животных клеток. Происхождение различных систем микротрубочек в клеточном цикле растительных клеток. ЦОМТ регулируемая и ЦОМТ независимая сборка митотического веретена.

Актиновые микрофиламенты и иные элементы цитоскелета. Актиновые филаменты в клеточном цикле растений и их функции в интерфазе и митозе. Проблема присутствия в клетках растений белков промежуточных филаментов. Белки ламины, их характеристика и отличия от аналогичных белков животных клеток.

### **Раздел 3. Цитоплазма**

**Гиалоплазма** – внутренняя среда клетки. Химический состав. Физикохимические свойства и функции гиалоплазмы.



**Немембранные органоиды.** Строение и химический состав рибосом. Информационная и транспортная РНК. Синтез белков в цитозоле. Инициация, элонгация и терминация синтеза белка. Регуляция синтеза белка.

**Одномембранные органоиды.** Гранулярный эндоплазматический ретикулум – строение, мембранные рецепторы, белки транслокона, резидентные белки ЭПР. Сигнальные последовательности, частицы, узнающие сигнальную последовательность. Синтез разных вариантов белков в гранулярном эндоплазматическом ретикулуме. Топогенез секреторных белков, белков плазматической мембраны и лизосом.

Аппарат Гольджи: строение, модификации белков (вторичное гликозилирование белков, созревание белков, сортировка белковых потоков).

Адресование белков – сигнальные последовательности и рецепторы. Синтез и адресование митохондриальных белков. Синтез и адресование белков хлоропластов. Синтез и адресование белков пероксисом.

Лизосомы. Классификация (первичные и вторичные лизосомы, телолизосомы, аутофаголизосомы), строение. Лизосомные гидролазы, роль рН в регуляции активности гидролаз.

Гладкий эндоплазматический ретикулум. Строение, функции, разнообразие строения и функции в разных типах клеток.

**Включения цитоплазмы.** Белковые включения, полисахариды, липиды, кристаллические включения клеток растений. Значение цитоплазматических включений в метаболизме клеток и организма.

#### **Раздел 4. Биоэнергетика клетки**

Гликолиз, аэробное окисление и фотосинтез. Образование АТФ при гликолизе.

Митохондрии. Митохондриальные компартменты. Теории Г. Митчела и Вильямса. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования – характеристика белковых комплексов, участвующих в переносе протонов, транспорте электронов и синтезе АТФ. Цикл Кребса.

Понятия хондриома и митохондриальногоретикулума. Роль межмитохондриальных контактов в объединении митохондрий. Представление о возможном функциональном значении межмитохондриальных контактов и гигантских митохондрий.

Митохондриальный геном. Митохондриальная ДНК, синтез митохондриальных белков. Происхождение митохондрий. Эндосимбиоз и редукция генома.

Пластиды, особенности их строения, онтогенез и функциональные перестройки. Преобразование энергии в ходе фотосинтеза.

#### **Раздел 5. Ядерный аппарат клетки**

Ядерные компоненты бактерий: нуклеоид, его химический состав, структура бактериальной хромосомы, единица репликации ДНК – репликон, механизм расхождения ДНК после репликации.

Ядро эукариотических организмов.

**Хроматин.** ДНК хроматина, гетерогенность, уникальные последовательности нуклеотидов, умеренно и высокоповторяющиеся

последовательности нуклеотидов, сателлитные ДНК, функциональные элементы хромосомных ДНК: центромерные ДНК, теломерные ДНК, MAR, SAR-участки ДНК, связанные с ядерным белковым матриксом.

Гетерохроматин и эухроматин, их функциональное значение и структуризация.

Синтез ДНК хроматина: полирепликонность, асинхронность репликации по длине хромосомы, репликация участков уникальных последовательностей и повторов, репликация гетерохроматина и эухроматина.

Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки (ферменты, факторы, белки ядерного матрикса). Гистоны: общая характеристика и свойства, консервативность состава, характер ассоциации с ДНК, типы гистонов, их функциональная и структурная роль, модификации гистонов в связи с активацией хроматина.

Уровни компактизации ДНК. Нуклеосомный уровень. Характеристика нуклеосомы, спейсеры и их величина, поведение нуклеосом при репликации и транскрипции. 30 нм фибрилла – основной нативный компонент хроматина, общая характеристика, роль гистона H в поддержании структуры 30 нм фибриллы. Третий уровень компактизации ДНК – петлевые домены. Понятие “хромомер”, примеры их обнаружения в естественных условиях. Роль негистоновых белков в поддержании структуры петлевых доменов. Хромонемный уровень укладки фибрилл хроматина. Хромонема в интерфазных ядрах, хромонема в профазе и телофазе митоза.

**Структура митотических хромосом.** Фазы митоза, хромосомный цикл. Продольная неоднородность хромосом: G(Q), R, C-бэнды, их химическая природа, методы дифференциальной окраски хромосом, химические особенности различных бэндов; искусственная дифференцированная деконденсация хромосом – причина дифференциальной окраски, этапы деконденсации хромосом, обратимость и стабилизация деконденсированного состояния хромосом.

Уровни структурной организации митотических хромосом: петлевые домены, осевые структуры, иерархия уровней компактизации ДНК.

Локализация хромосом в интерфазном ядре: Тельца Барра, локализация центромер и теломер, локализация по Раблю, распределение меченного тимидина в ряду клеточных делений, трехмерная локализация в ядрах политенных хромосом, территории хромосом в ядрах, метод флуоресцентной *in situ* гибридизации.

**Продукты ядерной активности.** Типы синтезированных РНК, коротко и долго живущие РНК, синтез РНК, транскрипционная единица, типы РНК-полимераз.

Особенности синтеза и-РНК: структура гена, интроны и экзоны, синтез гетерогенных ядерных РНК, сплайсинг, сплайсосомы, малые ядерные РНП, интерхроматиновые гранулы, перихроматиновые гранулы, информофоры и информосомы, морфология транскрипции и-РНК, синтез и-РНК в кольцах Бальбиани политенных хромосом, разные типы активности

транскрипционных единиц.

Синтез т-РНК: полицистронность участков синтеза т-РНК, предшественник, процессинг и образование зрелых т-РНК.

Синтез р-РНК: структура р-гена, консервативность состава р-РНК, полицистронность р-генов, их кластерность, локализация в районах ядрышковых организаторов, строение транскрипционных единиц, синтез предшественника, его процессинг, образование четырех типов р-РНК и их участие в структуре субъединиц рибосом, образование рибосом.

**Ядрышко** – хромосомный локус синтеза р-РНК и рибосом: ядрышковый организатор, число ядрышек в ядре, амплификация ядрышек. Строение ядрышек: фибриллярные центры, плотный фибриллярный компонент, гранулярный компонент; количество и структура этих компонентов в зависимости от функциональной нагрузки ядрышка, ферменты и ядрышковые белки при синтезе рибосом; судьба ядрышковых компонентов при митозе; периферический хромосомный материал, данные иммуноцитохимии; пред-ядрышковые структуры, данные иммуноцитохимии о локализации белков ядрышка и их судьбе во время митоза.

**Ядерный белковый матрикс.** Способы выявления ядерного белкового матрикса (ЯБМ), его компоненты и биохимический состав; ламина и ламины, их участие в связывании с периферическим хроматином; ДНК в составе ЯБМ, РНК в составе ЯБМ; белки ЯБМ; роль его в синтезе ДНК и РНК, распределение компонентов ЯБМ во время митоза.

**Ядерная оболочка.** Строение и состав: внешняя ядерная мембрана, перинуклеарное пространство, внутренняя ядерная мембрана, ламина, комплексы ядерных пор; ламины А, В, С и их роль в связывании фибрилл хроматина с ламиной, гранулярный периферический слой хроматина, анкросомы, механизм связи хроматина с ядерной оболочкой.

Ядерные поры: комплекс ядерной поры (КЯП), строение, химический состав, число ядерных пор. Участие КЯП в ядерно-цитоплазматических связях, импорт белковых молекул, рецепторы импортинов, роль КЯП в транспорте нуклеофильных белков, механизмы транслокации через ядерную пору; ядерный экспорт: экспортины и контроль за выходом из ядра РНП и рибосом, особенности транспорта и-РНП; судьба ядерной оболочки во время митоза, модификация ламин, образование микроядер.

**Ядерная технология.** Получение гетерокарионов, получение преждевременно конденсированных хромосом, получение микроядер, микрохирургические и лучевые манипуляции с ядерными компонентами, пересадки ядер, молекулярная гибридизация *in situ*.

## Раздел 6. Клеточный цикл

**Деление клетки и понятие о клеточном цикле.** Биологический смысл деления клеток. История открытия митоза. Организация митоза. Специфические черты митоза как биологического процесса. Представление о митотическом (клеточном) цикле и его периодах.

Клеточный цикл и кинетика клеточных популяций. Общие закономерности прохождения клеточного цикла и его периодов. Открытие



фазы G<sub>0</sub>(фазы “вне цикла”). Выявление клеток в периоде Гометодами клеточной кинетики. Значение периодов пролиферативного покоя для функционирования различных биологических систем.

**Регуляция клеточного цикла.** Внеклеточные (экзогенные) регуляторы. Общие принципы регулирования в живых системах. Понятие об экзогенных и эндогенных факторах регуляции. Факторы роста и их участие в регуляции клеточного цикла.

Передача внеклеточных митогенных сигналов в ядро. Рецепторы факторов роста. Мембранные белки и вторичные *посредники*. *Гены* пролиферативного ответа.

Внутриклеточные (эндогенные) регуляторы клеточного цикла. Универсальная модель размножения клеток. Изучение эндогенной *регуляции* размножения клеток методом клеточной гибридизации. Взаимодействие эндогенных и экзогенных факторов регуляции клеточного цикла.

Роль циклинов и зависимых от них протеинкиназ(CDKs) в регуляции клеточного цикла.

**Поведение органоидов в клеточном цикле.** Хромосомный цикл, сегрегация хромосом в митозе. Центриольный и centrosомный циклы. Изменение хондриома в клеточном цикле. Изменение строения аппарата Гольджи в клеточном цикле. Поведение элементов вакуолярной системы в митозе.

## Раздел 7. Митоз

**Митоз животных клеток.** Фазы митоза. Хромосомный цикл, динамика сборки митотического аппарата. Роль динеина в образовании полюсов митотического веретена и в функции кинетохоров. Функции специфических кинезинов в кинетохорах хромосом. Функции специфических j-кинезинов при образовании биполярного веретена деления в митозе и в анафазе В. Роль других белков в формировании веретена. Микротрубочки веретена – полярность и динамические свойства астральных кинетохорных и межполюсных микротрубочек. Роль хромосом и centrosом в формировании биполярного веретена (экспериментальные доказательства).

**Механизм движения хромосом** – роль моторных белков в конгрессии и сегрегации хромосом (динеины, кинезины, хромокинезины), динамические свойства микротрубочек в разных фазах митоза.

Цитокинез – роль астральных микротрубочек в определении положения перетяжки, акто-миозиновое кольцо перетяжки, белки остаточного тела, строение остаточного тела и его судьба.

**Поведение органоидов в митозе** – организация промежуточных филаментов, особенности распределения между дочерними клетками элементов эндоплазматического ретикулума, аппарата Гольджи, лизосом и митохондрий.

**Методы исследования митотических клеток** – прижизненные наблюдения за движением хромосом, иммунохимическое окрашивание белков centrosом, центриолей, кинетохоров, микротрубочек, промежуточных филаментов, окрашивание флуоресцирующими красителями

хромосом, актиновых микрофиламентов и мембранных органоидов. Электронно-микроскопическое исследование. Трехмерные реконструкции хромосом и веретена.

**Патология митоза.** Классификация патологических митозов, характеристика К-митозов, многополюсных и монополярных митозов. Причины возникновения разных форм патологии митоза. Физические и химические способы индукции патологических митозов. Особенности распределения центриолей и хромосом при разных вариантах многополюсных митозов. Варианты монополярных митозов. Взаимосвязь между различными формами патологических митозов. Патология митоза и апоптоз. Встречаемость патологических митозов в тканях в норме и при патологических процессах.

**Эволюция митоза.** Классификация, понятия плевро- и ортомитоза, закрытого, полузакрытого и открытого митозов. Особенности организации веретена, полюсов и кинетохоров, особенности поведения центриолей и базальных тел при разных вариантах митозов у разных видов низших и высших эукариотов.

Деление прокариотических клеток.

#### **Раздел 8. Программированная клеточная гибель (апоптоз) и некроз.**

Клеточные проявления программированной клеточной гибели. Цитологические методы регистрации.

Молекулярные механизмы клеточной гибели. Рецепторный путь индукции апоптоза. Транскрипционный путь индукции апоптоза. Митохондрии и апоптоз. Пункты проверки клеточного цикла и апоптоз. P53 и апоптоз. Каскад действия каспаз. Роль программированной клеточной гибели в дифференцировке, патогенезе и лечении заболеваний.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
<b>1 семестр</b>									
<b>1</b>	<b>Введение. Поверхностный аппарат клетки</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>2</b>			
1.1	Предмет и задачи курса «Клеточная биология», практическое значение для медицины, сельского хозяйства, ветеринарии и различных отраслей промышленности, место в курсе биологии в средней школе. Плазматическая мембрана. Химический состав и строение плазматической мембраны. Компартменты в плазматической мембране, механизм их возникновения и функции. Транспорт низкомолекулярных соединений и макромолекул через плазматическую мембрану.	2					Мультимедийная презентация	[1,3, 7–9, 11]	Проверка опорного конспекта
1.2	Клеточная адгезия, клеточные контакты. Белки адгезии. Специализированные клеточные контакты: плотные, щелевые, специализированные межклеточные контакты. Организация клеточной оболочки.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
1.3	Клеточная оболочка, особенности ее строения у растений, грибов, бактерий.			2			Микроскоп, микропрепараты		Опрос, обсуждение
1.4	Биология клетки, как наука о строении, функциях, процессах обмена веществ, взаимоотношениях с внешней средой, развитии и происхождении клеток. Особенности строения, состав и функции плазматической мембраны. Особенности транспорта через плазматическую мембрану. Клеточные контакты. Особенности строения клеточных оболочек высших растений и водорослей, грибов, бактерий.					2			Конспект, реферат, презентация



Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
<b>2</b>	<b>Цитоскелет</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		<b>4</b>			
2.1	Актин и актиновыефиламенты. Строение молекул актина. Изомеры актина. Актин-подобные белки. Актиновыефиламенты: строение, свойства, расположение, полимеризация, взаимодействия. Миозин: строение, свойства, расположение, значение.	2					Мультимедийная презентация	[3,5,6, 9–11]	Проверка опорного конспекта
2.2	Микротрубочки. Строение тубулина. Изомеры тубулина. Микротрубочки: строение, свойства, расположение, взаимодействия. Кинезины: особенности строения, разнообразие. Кинезин-зависимый транспорт. Динеины: особенности строения, разнообразие, значение. Центросома: строение, функции. Поведение центросомы при изменении формы клеток, движении клеток, дифференцировке половых клеток.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
2.3	Промежуточные филаменты. Белки промежуточных филаментов, особенности их строения, локализация, значение. Другие цитоскелетные структуры. Взаимодействия различных цитоскелетных структур.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
2.4	Цитоскелет клеток растений. Сходства и различия в организации систем микротрубочек в клеточном цикле растительных и животных клеток			2			Микроскоп, микропрепараты, электронно-микроскопические снимки		Опрос, обсуждение
2.5	Особенности структурной и функциональной организации цитоскелета клеток. Актин и актиновыефиламенты. Миозин. Регуляция актомиозиновой системы. Тубулин и микротрубочки. Кинезины. Динеины. Центросома. Промежуточные филаменты. Взаимодействие различных цитоскелетных структур. Особенности цитоскелета растительных клеток.					4			Конспект, реферат, презентация
<b>3</b>	<b>Цитоплазма</b>			<b>6</b>		<b>4</b>			
3.1	Гиалоплазма: химический состав, свойств, функции.			2			Мультимедийная	[3, 11]	Проверка

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
	Немембранные органеллы клетки. Одномембранные органеллы клетки: гранулярный ЭПР. Синтез белков.						презентация		опорного конспекта
3.2	Одномембранные органеллы клетки: АГ. Модификации белков. Адресование белков. Синтез и адресование белков митохондрий, хлоропластов, пероксисом. Лизосомы, их строение, классификация, функции. Агранулярный ЭПР.			2			Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
3.3	Включения цитоплазмы.			2			Микроскоп, микропрепараты		Опрос, обсуждение
3.4	Особенности строения, химический состав, свойства и функции цитоплазмы. Внутренняя среда клетки (гиалоплазма). Органоиды: немембранные, одно- и двумембранные. Их строение, химический состав, функциональное назначение. Белковые, углеводные, липидные, кристаллические включения цитоплазмы.				4				Конспект, реферат, презентация
<b>4</b>	<b>Биоэнергетика клетки</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>4</b>			
4.1	Анаэробное (гликолиз) и аэробное окисление. Особенности строения митохондрий. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования. Межмитохондриальные контакты. Митохондриальный геном.	2					Мультимедийная презентация	[3]	Проверка опорного конспекта
4.2	Фотосинтез. Особенности строения пластид, их онтогенез и функциональные перестройки. Преобразование энергии в процессе фотосинтеза.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
4.3	Образование АТФ. Энергетический выход гликолитического и ПФП окисления углеводов.			2			Видеофрагмент «Образование АТФ», решение задач		Опрос, обсуждение
4.4	Особенности строения, онтогенез, роль пластид и митохондрий. Энергодающие процессы клетки: гликолиз, аэробное окисление, фотосинтез. Синтез АТФ.				4				Конспект, реферат, презентация

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
<b>5</b>	<b>Ядерный аппарат</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		<b>4</b>			
5.1	Ядерные компоненты бактерий. Ядро эукариотических организмов. Хроматин. Функциональное назначение гетеро- и эухроматина. Синтез ДНК хроматина. Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки, их роль. Уровни компактизации ДНК.	2					Мультимедийная презентация	[3]	Проверка опорного конспекта
5.2	Структура митотических хромосом. Фазы митоза, хромосомный цикл. Продольная неоднородность хромосом. Уровни структурной организации митотических хромосом. Локализация хромосом в интерфазном ядре. Продукты ядерной активности. Синтез и-РНК, т-РНК, р-РНК.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
5.3	Ядрышко, как хромосомный локус синтеза р-РНК и рибосом. Строение ядрышек. Ядерный белковый матрикс, его компоненты, состав, назначение. Ядерная оболочка: особенности строения, состав. Ядерные поры, их участие в ядерно-цитоплазматических связях. Ядерная технология.	2					Мультимедийная презентация		Проверка опорного конспекта
5.4	Хроматин. Структура митотических хромосом.			2			Микроскоп, микропрепараты, электронно-микроскопические снимки		Опрос, обсуждение
5.5	Особенности строения ядерного аппарата клетки. Ядерные компоненты бактерий. Ядро эукариотических организмов. Хроматин. Структура митотических хромосом. Продукты ядерной активности. Ядрышко. Ядерный матрикс. Ядерная оболочка. Получение гетерокарионов, получение преждевременно конденсированных хромосом, получение микроядер, микрохирургические и лучевые манипуляции с ядерными компонентами, пересадки ядер, молекулярная гибридизация insitu.					4			Конспект, реферат, презентация



Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
<b>6</b>	<b>Клеточный цикл</b>	<b>2</b>				<b>2</b>			
6.1	Деление клетки, его биологический смысл. Понятие митотического (клеточного) цикла, его общие закономерности и регуляция (внеклеточная и внутриклеточная). Поведение органоидов в клеточном цикле.	2						[3]	Проверка опорного конспекта
6.2	История открытия митоза. Организация митоза, его специфические черты как биологического процесса. Общие принципы регуляция митотического цикла. Экзогенные и эндогенные факторы регуляции, их взаимодействие. Роль циклинов и зависимых от них протеинкиназ(CDKs) в регуляции клеточного цикла.					2			Конспект
<b>7</b>	<b>Митоз</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>2</b>			
7.1	Митоз животной клетки. Фазы митоза. Роль различных белков в формировании митотического веретена. Механизм движения хромосом. Поведение органоидов в митозе. Патология митоза. Эволюция митоза. Деление прокариотических клеток.	2					Мультимедийная презентация	[3, 11]	Проверка опорного конспекта
7.2	Методы исследования митотических клеток			2			Микроскоп, микропрепараты, электронно-микроскопические снимки		Опрос, обсуждение
7.3	Особенности организации веретена, полюсов и кинетохоров, особенности поведения центриолей и базальных тел при разных вариантах митозов у разных видов низших и высших эукариотов. Деление прокариотических клеток. Роль хромосом и центросом в формировании биполярного веретена (экспериментальные доказательства).					2			Конспект, реферат, презентация
<b>8</b>	<b>Программированная клеточная гибель (апоптоз) и некроз</b>	<b>2</b>				<b>2</b>			
8.1	Клеточные проявления программированной клеточной гибели. Молекулярные механизмы клеточной гибели. Рецепторный и	2						[3,4]	Проверка опорного

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельных (внеаудиторных) часов	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия				
	транскрипционный пути индукции апоптоза. Митохондрии и апоптоз. Пункты проверки клеточного цикла и апоптоз. P53 и апоптоз.							конспекта	
8.2	Цитологические методы регистрации программированной гибели клеток. Роль программированной клеточной гибели в дифференцировке, патогенезе и лечении заболеваний.				2			Конспект	
	<b>Итого по учебной дисциплине 102 ч (42 аудиторных + 60 самостоятельной работы (24 ч + 36 ч экзамен))</b>	<b>26</b>		<b>16</b>		<b>24</b>		<b>Экзамен 36 ч</b>	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### СПИСОК ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

#### Дополнительная

1. Биология клетки : учеб. пособие / А. Ф. Никитин [и др.] ; под. ред. А. Ф. Никитина. – 2-е изд. – СПб. : СпецЛит, 2015. – 166 с.
2. Васильев, Ю. Г. Клетка как архитектурное чудо. Живые нити / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 1996. – № 2. – С. 36–43.
3. Васильев, Ю. Г. Клетка как архитектурное чудо. Клетка единая, но делимая / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 1999. – № 8. – С. 18–23.
4. Васильев, Ю. Г. Клетка как архитектурное чудо. Натяжение цитоскелета контролирует архитектуру клетки и тканей / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 2000. – № 6. – С. 2–7.
5. Васильев, Ю. Г. Клетка как архитектурное чудо. Цитоскелет, способный чувствовать и помнить / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 1996. – № 4. – С. 4–10.
6. Васильев, Ю. Г. Социальное поведение нормальных клеток и антисоциальное поведение опухолевых клеток. Сигнальные молекулы, вызывающие размножение и гибель клеток / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 1997. – № 4. – С. 17–22.
7. Васильев, Ю. Г. Социальное поведение нормальных клеток и антисоциальное поведение опухолевых клеток. Клетки строят ткачества / Ю. Г. Васильев // Сорос. образоват. журн. – 1997. – № 5. – С. 20–28.
8. Горшкова, Т. А. Растительная клеточная стенка как динамичная система / Т. А. Горшкова. – М. : Наука, 2007. – 426 с.
9. Кларк, Д. Молекулярная биология / Д. Кларк, Л. Рассел. – М. : КОНД, 2004. – 158 с.
10. Лушников, Е. Ф. Гибель клетки (апоптоз) / Е. Ф. Лушников, А. Ю. Абросимов. – М. : Медицина, 2001. – 360 с.
11. Феофилова, Е. П. Клеточная стенка грибов: современные представления о составе и биологической функции / Е. П. Феофилова // Микробиология. – 2010. – Т. 79, № 6. – С. 723–733.
12. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию / Ю. С. Ченцов. – М. : Академия, 2004. 495 с.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Биохимия	Кафедра химии	Согласовано с содержанием учебной программы	Протокол № 10 от 15.05.2019
Биофизика	Кафедра общей биологии и ботаники	Согласовано с содержанием учебных программ	Протокол № 10 от 15.05.2019
Генетика			
Физиология растений			
Цитология			
Физиология человека и животных	Кафедра морфологии и физиологии человека и животных	Согласовано с содержанием учебной программы	Протокол № 10 от 15.05.2019

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРАНТОВ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений магистрантов по учебной дисциплине «Клеточная биология» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос;
- тестовый контроль;
- подготовка рефератов, тематических докладов, презентаций;
- подготовка обзоров литературы по отдельным темам;
- выполнение поисковых заданий;
- экзамен.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРАНТОВ

Форма контроля – экзамен

### 10 баллов – десять:

систематизированные, глубокие и полные знания по программе учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях биологии;

использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**9 баллов – девять:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; хорошее владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учебной дисциплины; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях биологии; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**8 баллов – восемь:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, техникой информационных технологий; умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; освоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях биологии; активная самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**7 баллов – семь:**

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; усвоение основной и части дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях биологии; самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, хороший уровень культуры исполнения заданий.

**6 баллов – шесть:**

достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учебной дисциплины; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в



основном обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учебной дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях по изучаемой учебной дисциплине; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**5 баллов – пять:**

достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в основном обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых учебных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**4 балла – четыре:**

достаточный объем знаний в рамках программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование основной научной терминологии, выполнение заданий и умение делать наблюдения и выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; выполнение общих и индивидуальных заданий семинарских занятий с большой долей помощи преподавателя или товарища-консультанта, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

**3 балла – три:**

недостаточно полный объем знаний в рамках программы; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование научной терминологии, выполнение заданий и изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; пассивность при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

**2 балла – два:**

фрагментарные знания в рамках программы; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой; неумение использовать научную терминологию, не выполнение общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

**1 балл – один:**

отсутствие знаний и компетенций в рамках учебной программы.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ**

Решая основную задачу высшего образования, направленную на формирование творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности, нужно переориентировать студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Необходимо перейти от парадигмы обучения к парадигме образования и в этом плане самостоятельная работа студентов является важной формой образовательного процесса.

При изучении учебной дисциплины «Клеточная биология» могут использоваться различные подходы в организации самостоятельной работы магистрантов.

Деятельность магистрантов состоит в изучении обзорного лекционного материала, содержания литературных источников, включающих учебники и учебные пособия, интернет источники, составлении аналитических таблиц, схем, терминологических словарей.

Работа преподавателя состоит в обучении магистрантов способам самостоятельной учебной работы и развитии у них соответствующих компетенций; в выделении отдельных тем или их частей для самостоятельного изучения по учебникам и учебным пособиям, а также в разработке программы контроля самостоятельной работы магистранта.

Самостоятельная работа магистрантов протекает в форме делового взаимодействия: студент получает непосредственные указания, рекомендации преподавателя об организации и содержании самостоятельной деятельности, а преподаватель выполняет функцию управления через учет, контроль и коррекцию ошибочных действий.

С первой недели семестра магистранты получают от преподавателя задания для самостоятельной работы с требованиями к качеству ее выполнения.

К основным формам контроля работы магистрантов по изучению дисциплины «Клеточная биология» можно отнести:

- устный и письменный опрос, выполнение тестовых заданий;
- краткие контрольные задания и проверка конспектов;
- подготовка сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- составление терминологических словарей, аналитических таблиц.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы в оптимальном сочетании:

- составление аналитических обзоров учебной и научной литературы;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций;
- составление конспектов.

## ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Название раздела	Количество часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Введение. Поверхностный аппарат клетки	2	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, доклад
2	Цитоскелет	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, презентация
3	Цитоплазма	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, презентация
4	Биоэнергетика клетки	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, презентация
5	Ядерный аппарат клетки	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, презентация
6	Клеточный цикл	2	Составить опорный конспект по вопросам темы	Конспект
7	Митоз	2	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить рефераты или презентацию (на выбор).	Конспект, реферат, презентация
8	Программированная клеточная гибель (апоптоз) и некроз	2	Составить опорный конспект по вопросам темы	Конспект

## РЕЦЕНЗИЯ

научную программу «Клеточная биология» автора Н.Д. Лисова  
для подготовки студентов по специальности магистратуры 1-31 80 01 Биология

Рецензируемая учебная программа содержит основные сведения о закономерностях структурной и функциональной организации клеток живых организмов. Она включает в себя круг вопросов, отражающих как общую структурную организацию клеток, взаимосвязь отдельных компонентов клеток и их интеграцию в единую живую систему, так и молекулярно биологические процессы переноса веществ, внутриклеточного транспорта, секреции веществ, движение клеток, восприятие клетками сигналов из окружающей среды, преобразование ими энергии, полученной из окружающей среды. Кроме того, в программе серьезное внимание уделено рассмотрению закономерностей хранения и передачи наследственной информации, изучению механизмов программированной гибели клеток, регуляции клеточного цикла и другим вопросам.

Программа включает в себя следующие разделы: введение, поверхностный аппарат клетки, цитоскелет, цитоплазма, биоэнергетика клетки, ядерный аппарат клетки, клеточный цикл, митоз, программированная клеточная гибель (апоптоз) и некроз. Следует отметить, что учебный материал, который предстоит изучить магистрантам в соответствии с рецензируемой учебной программой, не повторяет материал базового курса цитологии, а в известной степени расширяет и дополняет его. Кроме того, в программе прослеживается связь курса биологии клетки с другими, ранее изученными дисциплинами, такими как биохимия, биофизика, физиология растений, физиология человека и животных, микробиология.

Рецензируемая учебная программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, методическими подходами, рекомендациями и требованиями к структуре и содержанию учебной программы Министерства образования Республики Беларусь, а также с учетом междисциплинарных связей. Программа разработана для магистрантов факультета естествознания БГПУ дневной формы получения образования. Рассчитана на 42 аудиторных часа.

Учебный материал рецензируемой программы изложен в логической последовательности, содержание вопросов научно и доступно, позволяет расширить, углубить и обобщить знания, полученные ранее при изучении других биологических дисциплин. Представленный в программе список современной учебной литературы поможет при самостоятельной подготовке к практическим занятиям, составлению рефератов, докладов и сообщений.

В целом учебная программа составлена грамотно, последовательно, достаточно полно раскрывает содержание учебной дисциплины «Клеточная биология» и может быть рекомендована в качестве учебной программы для магистрантов, обучающихся в учреждениях высшего образования по специальности 1-31 80 01 Биология.

Ведущий научный сотрудник отдела  
биохимии и биотехнологии растений  
ГНУ «Центральный ботанический сад»  
НАН Беларуси, канд. биол. наук

А.Г.Шутова



## РЕЦЕНЗИЯ

научную программу «Клеточная биология»

(составитель Н.Д. Лисов)

Рецензируемая учебная программа предназначена для подготовки магистрантов по специальности 1-31 80 01 Биология.

Учебная программа состоит из пояснительной записки, целей и задач учебной дисциплины, требований к уровню освоения содержания учебной дисциплины, структуры содержания учебной дисциплины, методов обучения, организации самостоятельной работы магистрантов, примерного тематического плана, содержания учебного материала, списка основной и дополнительной литературы и диагностики компетенций студентов.

Учебная программа «Клеточная биология» включает 9 разделов: введение, поверхностный аппарат клетки, цитоскелет, цитоплазма, биоэнергетика клетки, ядерный аппарат клетки, клеточный цикл, митоз, запрограммированная клеточная гибель (апоптоз) и некроз, которые последовательно и в достаточно полной мере раскрывают содержание данной учебной дисциплины.

Учебная программа «Клеточная биология» базируется на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин «Цитология», «Физиология растений», «Микробиология», «Биохимия», «Биофизика», «Физиология человека и животных» и отражает логическую связь данной дисциплины с перечисленными выше предметами.

Требования, предлагаемые для оценки знаний и умений по дисциплине «Биология клетки» соответствуют требованиям образовательного стандарта Республики Беларусь.

Рецензируемая учебная рабочая программа «Клеточная биология» по структуре и содержанию соответствует требованиям, предъявляемым к программам подобного рода и может быть рекомендована в качестве учебной программы для студентов, обучающихся в педагогических высших заведениях по специальности по специальности 1-31 80 01 Биология.

Заведующий кафедрой морфологии  
И физиологии человека и животных,  
кандидат биологических наук, доцент

И.А. Жукова