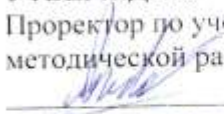


Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ульяновский государственный педагогический университет  
имени И.Н. Ульянова»  
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический  
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебно-  
методической работе  
  
С.Н. Титов  
« 25 » июня 20\_\_ г.

## ЦИТОЛОГИЯ

Программа учебной дисциплины модуля биологии клетки и биотехнологии

основной профессиональной образовательной программы высшего  
образования – программы бакалавриата по направлению подготовки  
06.03.01 Биология

направленность (профиль) образовательной программы  
Биоэкология

(очная форма обучения)

Составитель: Антонова Е.И.,  
профессор кафедры биологии и  
химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-  
географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цитология» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) Биология клетки и биотехнология учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биоэкология», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках курса «Ботаника», «Зоология», «Гистология», «Биологическая химия», «Органическая химия», «Общая биология», Учебная (ознакомительная) практика по ботаники и зоологии.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин и прохождения практик: Учебная (ознакомительная) практика по популяционной генетике, «Теории эволюции», «Основы биотехнологии», «Генетика», «Микробиология и вирусология», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Биология развития и размножения», «Гистология», «Молекулярная биология», Производственная практика, практика по профилю профессиональной деятельности, Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа.

### 1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

**Целью** освоения дисциплины «Цитология» является изучение структурно-функциональной организации живых систем на клеточном уровне, а также механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.

**Задачей** освоения дисциплины является формирование у студента целостного представления об основных этапах становления современной науки цитологии (клеточная биология) и ее структуре, об основных категориях, понятиях и методах. Изучить структурную организацию эукариот, а также молекулярные механизмы функционирования, пролиферации, старения и гибели клетки.

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	Теоретический (знать)	Модельный (уметь)	Практический (владеть)
ОПК-2. Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания			
ОПК-2.1. Понимает принципы структурно-функциональной организации живых организмов	<b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки; <b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины профиля; <b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования	<b>ОР-7</b> умеет работать с микропрепаратами, коллекционным материалами, схемами; <b>ОР-8</b> умеет анализировать современные научные достижения в области образования профиля подготовки, выделять	<b>ОР-12</b> владеет методами изучения жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях; <b>ОР-13</b> владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, а также навыками выбора методов и средств решения

	<p>живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию тканей, влияние факторов внешней среды на функциональную морфологию тканей, гистогенез и регенерацию;</p> <p><b>ОР-6</b> знает структурно-функциональную организацию тканевых структур в онто- и филогенезе;</p>	<p>систематизировать основные идеи в научных текстах, рефератах;</p> <p><b>ОР-9</b> умеет выявлять закономерности жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях организации биологических систем;</p> <p><b>ОР-10</b> умеет самостоятельно или с помощью преподавателя сформулировать собственную позицию по дискуссионным вопросам, имеющим мировоззренческое значение, подобрать аргументы с позиции научного мировоззрения, опираясь на авторитетные источники информации;</p> <p><b>ОР-11</b> умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;</p>	<p>задач;</p> <p><b>ОР-14</b> владеет методами и приемами описания, идентификации, классификации, биологических объектов, информационных технологий для решения научных и профессиональных ситуационно-логических задач;</p> <p><b>ОР-15</b> владеет навыками работы и применения в образовательной и научно-исследовательской деятельности современных компьютерных технологий.</p>
--	--	---	--

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
3	3	108	18	-	30	33	Экзамен (27)

**3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Экзамен
<b>3 семестр</b>				
<b>Модуль 1. Введение в цитологию. Плазматическая мембрана.</b> Методы исследования. История мембранологии. Жидкостно-мозаичная модель плазматической мембраны. Гликокаликс. Кортекс. Трансмембранный транспорт веществ. Липосомы.	4	6	6	
<b>Модуль 2. Вакуолярная система клетки. Опорно-двигательный аппарат клетки.</b> Структурно-функциональная организация ЭПС, аппарата Гольджи – классификация. Аппарат внутриклеточного переваривания- лизосомы, эндосомы, гидролазные пузырьки. Пероксисомы. Поросомы. Протеасомы. Пористые пластинки Цитоскелет – белки цитоскелета, элементы цитоскелета (микрофиламенты, промежуточные микрофиламенты, микротрубочки) и структуры которые они организуют (центросома, жгутик).	4	8	8	
<b>Модуль 3. Система энергообеспечения клеток. Ядро.</b> Митохондрии – морфология, биогенез, хондриом. Функции митохондрии. Энергетическая функция. Геном митохондрий и его отличия от генома ядра. Митохондрии и старение клетки. r и K стратегия в эволюции живых организмов.	6	8	8	

Ядро – общая организация, функции. Хроматин – функции и химическая организация, уровни компактизации ДНК в составе хроматина. Ядрышко. Ядерный белковый матрикс. Мембраны ядра, ядерный поровый комплекс, нуклеоплазматический транспорт.				
<b>Модуль 4. Матричные синтезы. Клеточная пролиферация. Патология клетки.</b> Молекулярная догма биологии. Общая характеристика транскрипции, трансляции, репликации ДНК. Процессинг макромолекул. Клеточный и митотический цикл клетки – этапы, регуляция. Механизмы пролиферации – митоз, мейоз, эндорепродукция. Старение и гибель клетки.	4	8	7	
<b>Итого:</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>27</b>

### **3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины**

#### **Модуль 1 Введение в цитологию. Плазматическая мембрана.**

**Введение.** Предмет клеточной биологии. Предмет и задачи цитологии. Определение понятия «Клетка». Становление биологии клетки как науки. Основные положения клеточной теории. Методы исследования биологии клетки. Световая микроскопия. Методы световой микроскопии. Электронная микроскопия – принцип методы, трансмиссионная и сканирующая микроскопия. Контрастирование объектов, ультрамикроскопия, замораживание – скалывание. Иммуногистохимические методы исследований – принцип метода. Метод автордиографии. Флуоресценция. Метод гибридизации *in situ*. Фракционирование клеток и клеточного содержимого. Метод клеточных культур. Цитофотометрия. Клеточная инженерия. Эволюция клетки.

**Плазматическая мембрана.** История мембранологии. Модели плазматических мембран, общая характеристика и химические свойства жидкостно-мозаичной модели плазматической мембраны. Структурная основа мембран: двойной слой липидов и белка. Латеральная подвижность и асимметричность молекул. Различные свойства разных мембран. Функции плазматической мембраны. Барьерно - транспортная роль. Гликокаликс, кортекс. Трансмембранный перенос ионов и низкомолекулярных соединений. Везикулярный транспорт (эндо- и экзоцитоз). Специфический эндоцитоз. Рецепторная роль плазмалеммы. Взаимодействие с сигнальными молекулами. Межклеточное узнавание. Адгезивные белки (САМ- белки, *cell adhesion molecules*): кадгеринины, иммуноглобулиноподобные, селектины, интегрины, белки главного комплекса гистосовместимости (МНС – *major histocompatibility complex*). Контакты (специальные межклеточные соединения): запирающие (плотные), заякоривающие (сцепляющие), фокальные, десмосомы, щелевые, синапсы, плазмодесмы. Липосомы.

#### **Модуль 2 Вакуолярная система клетки. Опорно-двигательный аппарат клетки.**

**Вакуолярная система клетки: составляющие компоненты и функции.**  
Гранулярный эндоплазматический ретикулум (ГЭР): ультраструктура каналов, рибосомы. Большая и малая субчастица рибосомы, функции. Рибосомы про – и эукариот. Полирибосомы. Функции ГЭР: синтез специфических и мембранных белков на рибосомах, их сегрегация; опорная функция, участие в клеточной проницаемости. Котрансмиссионный транспорт белков. Гладкий эндоплазматический ретикулум (ГЭР): ультраструктура, функции (синтез липидов, полисахаридов, метаболическая дезактивация токсинов при помощи фермента цитохром Р-450, депонирование ионов Са). Пористые пластинки.

Аппарат Гольджи в световом и электронном микроскопе. Функции аппарата Гольджи: секреторная, модификация и сортировка белков, внутриклеточный транспорт, молекулярные механизмы функционирования преобразования аппарата Гольджи в митотическом цикле.

Аппарат внутриклеточного переваривания - лизосомы - морфобиохимическая организация, классификация. Особенности молекулярной и рецепторной организации

мембран. Эндосомы как прелизосомный этап внутриклеточного переваривания. Генетические лизосомные болезни.

Пероксисомы. Поросомы. Протеасомы. Пористые пластинки.

**Цитоскелет – опорно-двигательная система клетки.** Три системы филаментов: промежуточные, микрофиламенты, микротрубочки. Белки, молекулярные механизмы двигательных функций немышечных и мышечных клеток. Тонкое строение промежуточных филаментов, микрофиламентов, микротрубочек. Центры организации микротрубочек. Динеины и кинезины – моторные белки. Клеточный центр: тонкое строение и химический состав преобразования в митотическом цикле. Функции. Базальные тельца, реснички и жгутики: морфо-биохимическая организация, молекулярные механизмы функций.

### **Модуль 3 Система энергообеспечения клеток. Ядро.**

**Система энергообеспечения клеток.** Митохондрии: общая морфология, ультраструктурная организация, наружная и внутренняя мембрана, межмембранное пространство, митоплазма – матрикс. Типы организации хондриома (митохондриальный ретикулум) и эволюционный смысл его формирования, межмитохондриальные контакты (ММК). Биогенез или авторепродукция митохондрий. Главная функция митохондрий – синтез АТФ. Гликолиз. Цикл Кребса, белково-ферментные комплексы дыхательной цепи и внутренней мембраны и ферменты окислительного фосфорилирования – АТФ-синтетаза, сопряженные цепью переноса электронов. Механизм работы комплекса III. Хемоосмотическая теория Митчелла о сопряжении окисления субстратов с синтезом АТФ. Положения теории. Окислительно-восстановительная петля. Протонные насосы. Строение митоплазмы (матрикса) митохондрий. Геном митохондрий и его отличия от генома ядра. Митохондрии и старение клетки. r и K стратегия в эволюции живых организмов и рол митохондрий. АФК. Апоптоз и митохондрии. Митохондриальные болезни.

**Функциональная морфология ядра.** Роль ядра в жизнедеятельности клетки. Ядерные компоненты прокариот и организация ядра эукариотической клетки (ядерная оболочка, хроматин, ядрышки, кариоплазма и ядерный белковый остов). Хроматин и хромосомы. Химический состав хроматина: ДНК, белки (гистоны, негистоновые РНК). Гетерохроматин и эухроматин. Два функциональных состояния хромосомы: интерфазное и митотическое. Общая морфология митотических хромосом, классификация, химический состав. Кариотип. Пространственная локализация хромосом в ядре. ДНК хроматина. Уникальные, умеренно повторяющиеся и высокоповторяющиеся последовательности (сателлитные) ДНК в кинетике реакции ренатурации (гибридизации) ДНК, их функциональная роль. ДНК центромер и теломерных участков. Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки. Свойства и функции белков в компактизации ДНК. Уровни компактизации ДНК: нуклеосомы, нуклеомеры, петлевые домены, хромомеры, хромосомы.

Ядерный белковый матрикс. Химический состав (ДНК, РНК, фосфолипиды). Структурные компоненты ядерного белкового матрикса: ламина, остов и «остаточное» ядрышко. MAR-SAR (зоны связывания с матриксом), реписомы (ферменты репликативного комплекса). РНК высокомолекулярная, рибосомная. Сплайсосомы.

Ядрышко- источник рибосом. Ядрышковый организатор – специализированный участок хромосомы. Амплификация ядрышек. Структура и типы ядрышка, химический состав. Строение и функционирование генов рРНК. Белки ядрышек. Неканонические функции ядрышек. РНП-компоненты ядра: перихроматиновые фибриллы, перихроматиновые гранулы, интерохроматиновые гранулы.

Ядерная оболочка. Структурная организация наружной и внутренней мембран. Ядерная пора (тонкое строение, химический состав и функции). Ядерный цитоплазматический транспорт (пассивный и активный). NLS – последовательности аминокислот у белков, транспортируемых в ядро: NES – последовательности аминокислот у белков, транспортируемых через ядерную оболочку в цитоплазму. Ядерная оболочка в митотическом цикле.

### **Модуль 4 Матричные синтезы. Клеточная пролиферация. Патология клетки.**

**Механизмы клеточного деления.** Митоз: биологический смысл, понятие о митотическом цикле. Плевро- и ортомитоз. Морфология и молекулярные механизмы фаз

митотического цикла. Самосборка микротрубочек. Энергетическое обеспечение митоза. Регуляция митотической активности. Контрольные точки митотического цикла. Понятие о чек-пойнт – системе: сенсоры, датчики, эффекторы. Факторы активации и блокады митозов. Факторы роста. Гены раннего и отложенного ответа. Каскад комплексов СДК- циклин.

Мейоз – особый способ деления клеток. Зиготный, гаметный и споровый мейоз. I мейотическое деление, особенности профазы. II мейотическое деление. Синептонемный комплекс. Биологический смысл мейоза. Эндорепродукция, политения, эндомитоз.

**Центральная догма молекулярной биологии. Патология клетки.** Репликация бактериальных и эукариотических ДНК. Механизм репликации ДНК: полуконсервативность, комплементарность, прерывистость, антинаправленность, потребность в затравке. Белки репликации эукариот. Инициация, элонгация, терминация и процессинг ДНК. Принцип транскрипции, этапы синтеза иРНК. Принцип трансляции – собственно биосинтез белка. Инициация, элонгация, терминация. Процессинг белка.

Теории старения клетки - сенесценция. Опухолевая трансформация клетки. ПКГ – апоптоз, программируемый некроз, аутофагия, митотическая катастрофа, апоптоз-некротические континуумы.

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательную, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя.

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- тестирование. Вопросы по самостоятельным работам включены в лабораторные занятия и в блоки тестирования.

Режим тестирования – компьютерное тестирование проводится в группе в течение 45 минут. Каждый блок теста включает в себя 50 тестовых заданий. Программа формирует варианты (каждый раз новые) позволяет исправить выбранный вариант ответа, прерывает работу студентов по окончании времени тестирования. После чего выводит полученный студентом балл. Программа позволяет сделать распечатки вариантов и полученные баллы тестируемой группы студентов. Тестовые задания закрытого типа, на соответствие, с рисунком, дополнить выражение, закончить определение. Варианты ответа – 1. Ниже прилагается некоторый перечень тестовых заданий из различных блоков данного курса.

Тестовые задания:

- открытого типа,
- закрытого типа,
- на соответствие,
- на последовательность процессов,
- с рисунками.

Режим тестирования:

- время – 45 мин
- заданий - 50
- навигация по заданиям с возможностью редактирования ответов
- автоматическое отключение программы тестирования по истечении времени тестирования
- выведение результатов тестирования в баллах
- конвертация баллов в оценку – 0 - 30- неудовлетворительно; 31 - 38 – удовлетворительно; 39 - 45 – хорошо; более 45 – отлично.

*Примерный перечень тестовых заданий*

**Нуклеотид – это мономер**

1. белков;
2. нуклеиновых кислот;
3. жиров.

**Полипептид образуется путем:**

1. взаимодействия аминокислот двух соседних аминокислот;
2. взаимодействия аминокислоты одной аминокислоты и карбоксильной группы другой аминокислоты;
3. взаимодействия карбоксильных групп двух соседних аминокислот.

**Участок ДНК, разделяющий две нуклеосомы, называют:**

1. соленоид;
2. линкер;
3. гистон.

**С рибосомой взаимодействует петля транспортной РНК:**

1. Дигидроуридиловая
2. Псевдоуридиловая
3. Дополнительная

**Синтез дочерних цепей ДНК осуществляется:**

1. от 5' конца к 3' концу;
2. от 3' конца к 5' концу;
3. на ведущей и отстающей цепях направление синтеза противоположно.

**Транскрипция – это:**

1. Процесс самокопирования ДНК с образованием двух идентичных дочерних молекул;
2. Процесс переписывания информации, содержащейся в РНК, в форме ДНК.
3. Процесс переписывания информации, содержащейся в ДНК, в форме РНК

**Участок на большой субчастице рибосомы, где локализуется строящийся пептид, называется:**

1. аминокислотный;
2. пептидный;



3. иницирующий;
4. деациальный.

**Поставьте в нужной последовательности уровни компактизации ДНК с участием белков в составе хроматина:**

1. хромонемный, нуклеосомный, супербидный, петельно-доменный, хромосомный
2. нуклеосома, супербид, петельно-доменный, хромонема, хромосома
3. супербид, петельно-доменный, хромонема, хромосома, нуклеосома
4. нуклеосома, супербид, хромонема, петельно-доменный, хромосома
5. нуклеосома, супербид, петельно-доменный, хромосома, хромонема

**Модель строения плазматической мембраны «бутерброда» предложили**

1. Грендель и Робертсон
2. Гортель и Даусон
3. Гортель и Грендель
4. Даусон и Даниели
5. Робертсон и Даусон

**Смена молекул липидов друг относительно друга в пределах монослоя плазматической мембраны называется**

1. Гош
2. Кинг
3. Флип-флоп
4. Латеральная диффузия
5. Транс

**Гликокаликс формируют**

1. Углеводы+белки
2. Углеводы+липиды
3. Углеводы+жирные кислоты
4. Углеводы+белки, углеводы+липиды
5. Углеводы+белки, углеводы+жирные кислоты

**.... контакт обеспечивает коммуникационное соединение клетки, участвующей в прямой передаче ионов и малых молекул (кардиомиоцит)**

1. десмосома
2. замок
3. простой
4. плотный
5. щелевой

**Выберите пример рибосомы прокариот**

1. 50S+30S=80S
2. 60S+30S=80S
3. 50S+40S=70S
4. 50S+30S=70S
5. 60S+40S=80S

**Определите типы филаментов в зависимости от диаметра: микротрубочки**

1. 10 нм
2. 6-8 нм
3. ≈25 нм
4. 9 нм
5. ≈20 нм

**Выберите белок, который является представителем промежуточных волокон**

1. Виментин
2. Виллин
3. Спектрин
4. Цитохалазин
5. Фаллондин

**К вакуолярной системе не относятся органеллы**

1. Пероксисомы
2. Лизосомы
3. ЭР
4. Рибосомы
5. Аппарат Гольджи

**Белки, которые формируют поровый комплекс, называются**

1. Глобулярные
2. Фибриллярные
3. MAR-белки
4. Импортинны
5. Нуклеопорины

**Выберите те функции, которые выполняет агранулярный ЭР**

1. транспорт веществ и биосинтез белков
2. детоксикация и синтез ферментов
3. детоксикация, транспорт веществ, синтез гликогена, липидов
4. синтез гликогена и белков

**За счет чего поддерживается рН=5 в лизосомах для инактивации ферментов?**

1. ионов  $O_2$
2. ионов N
3. ионов C
4. ионов H

**Теория маргинотомии Оловникова объясняет работу**

1. «счетчика» клеточных делений
2. генов долголетия
3. троянских генов
4. специфических хромосом

**Жизненный цикл клетки включает в себя**

1.  $G_0+G_1+S+G_2+M$
2. часть  $G_1+S+G_2+M$
3.  $G_0$ +часть  $G_1+S+G_2+M$
4.  $G_0+G_1+G_2+M$

**Метастазирование – это**

1. проникновение опухолевых клеток в здоровую ткань
2. потеря контактного торможения
3. изменение цитоскелета
4. образование вторичных очагов опухолевого роста в здоровых тканях

**Нуклеосома включает в себя**

1. негистоновый кор, линкерную ДНК
2.  $H_1$ , гистон, линкерную ДНК
3. ДНК,  $H_1$ , гистоны
4. гистоновый кор, линкерную ДНК

**В какой зоне ядрышка расположены РНК-транскрипты?**

1. слабоокрашенной
2. фибриллярной
3. гранулярной

**Поток мембран в клетке происходит в направлении ...**

1. аппарат Гольджи – агранулярный ЭР – гранулярный ЭР – плазматическая мембрана
2. гранулярный ЭР – аппарат Гольджи - плазматическая мембрана
3. плазматическая мембрана – аппарат Гольджи – гранулярный ЭР
4. агранулярный ЭР – аппарат Гольджи - плазматическая мембрана

**Какие процессы протекают в профазу митоза?**

1. формирование митотического аппарата, реконструкция ядра и ядрышка, репликация ДНК

2. формирование митотического аппарата, реорганизация ядра, демонтаж ядрышка, спирализация хроматина
3. демонтаж ядра, ядрышка, митотического аппарата и спирализация хроматина
4. реконструкция митотического аппарата и хроматина, реорганизация ядра и ядрышка

**Хондриом как нитевидный ретикулум представлен в**

1. кардиомиоцитах, недифференцированных клетках
2. симпластах и недифференцированных клетках
3. кардиомиоцитах, у хлореллы, в симпластах
4. все варианты верны

**Лamina – это**

1. белковая пластинка ядра с хроматином
2. белковая пластинка
3. сократительная пластинка
4. хроматин

**Митохондриальный геном богат .... парами**

1. Г-У
2. Г-Ц
3. У-Ц
4. Г-А

.....

*Ситуационно-логические задачи*

1. Известно, что в состав нуклеиновых кислот входят различные азотистые основания. Какие азотистые основания надо пометить изотопом для избирательного выявления в клетке методом автордиографии синтезируемых ДНК и РНК?

2. На трёх препаратах представлены клетки. У одной - хорошо развиты микроворсинки, у другой - реснички, третья имеет длинные отростки. Какая из этих клеток специализирована на процесс всасывания?

3. За пределами плазмалеммы находятся ионы, концентрация которых ниже, чем в клетке. Возможно ли их поступление в клетку?

4. При исследовании мазка крови больного в лейкоцитах (нейтрофилах) обнаружены бактерии. Как они туда попали?

5. На свободной поверхности клеток обнаружены структуры, в которых под электронным микроскопом видны 9 пар периферических и 2 пары центральных микротрубочек. Как называются эти структуры, и какова их роль?

6. Под электронным микроскопом видны множественные мелкие впячивания плазмалеммы клетки и светлые пузырьки. О каком процессе свидетельствуют эти наблюдения?

7. В клетку проник фактор, нарушающий целостность мембран лизосом. Какие можно ожидать изменения?

8. При загаре в клетках кожи появляются гранулы пигмента. К каким структурным элементам относятся эти гранулы?

9. Известно, что молодые и быстрорастущие клетки имеют базофильную цитоплазму. Чем это можно объяснить?

10. В результате действия ионизирующей радиации в некоторых клетках происходит разрушение отдельных органелл. Каким образом будут утилизироваться клеткой их остатки?

.....

**Примерные темы рефератов:**

- Световая микроскопия. Методы световой микроскопии.
- Электронная микроскопия – принцип методы, трансмиссионная и сканирующая микроскопия. Контрастирование объектов, ультрамикроскопия, замораживание – скальвание.
- Иммуногистохимические методы исследований – принцип метода.

- Метод автордиографии. Флуоресценция. Метод гибридизации *in situ*.
- Фракционирование клеток и клеточного содержимого.
- Метод клеточных культур.
- Цитофотометрия.
- Клеточная инженерия.
- Химическая организация клетки.

#### **На самостоятельное изучение вынесен материал по темам:**

- История мембранологии.
  - Рецепторная роль плазмалеммы. Взаимодействие с сигнальными молекулами.
- Межклеточное узнавание. Межклеточные контакты.
- Липосомы
- Химическая организация клетки – белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты.
- Характеристика «энергетических валют» (макроэнергетические соединения) клетки
- АТФ, протонный ( $H^+$ ) и натриевый ( $Na^+$ ) потенциал на биологических мембранах.
- Первый, второй и третий законы биоэнергетики.
  - .....

#### ***Для студентов создано:***

- электронная почта, где находится информация по тематикам самостоятельных работ, методические разработки к курсу, перечень схематического материала, перечень вопросов к зачету, блоки тестирования, задачи по молекулярной биологии;

- на портале УлГПУ сайта НИЦ ФППББ <http://brs.ulspu.ru>, существует закладка Учебно-методическая работа, где также находится информация по тематикам самостоятельных работ, методические разработки к курсу, перечень схематического материала, перечень вопросов к зачету, блоки тестирования, задачи по молекулярной биологии;

- на сайте <http://biocell.omgpu.ru/> студентам предлагается в формате PDF учебно-методические пособия;

- в аудитории 334 студенты имеют возможность самостоятельно пройти тестирование с использованием компьютерной программы SCHOOL.

Также студентам для лучшего усвоения курса предлагается решение задач. Общее количество – 100 (примерный перечень приводится ниже).

#### ***Список литературы для самостоятельной работы студентов***

1. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию: учебник для ун-тов по биол. спец. / Ю. С. Ченцов. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 493 с. (Библиотека УлГПУ).
2. Соросовский образовательный журнал, Ю.А. Чизмаджев «Мембранная биология: от молекулярных бислоев до молекулярных машин». №8, 2000. - с 12-17.
3. Соросовский образовательный журнал Л.И. Барсуков «Липосомы». 1998. №10. - с. 2-10.
4. Соросовский образовательный журнал. В.П. Скулочев «Законы биоэнергетики», №1. 1997 - с. 9-14.
5. Соросовский образовательный журнал А.Д. Виноградов Преобразование энергии в митохондриях. №9. 1999.-с. 11-19.
6. Соросовский образовательный журнал А.У. Игамбердиев Уникальная генетическая система митохондрий, №1. 2000.- с. 32-36.
7. Соросовский образовательный журнал В.П. Скулочев Эволюция, митохондрии и кислород, №9. 1999.- с.4-10.
8. Е.И. Антонова Пути программированной клеточной гибели // Биология в школе. №3, 2011.- с. 3-23

9. Антонова Е.И. Методическая разработка лабораторных занятий для студентов. Направления подготовки бакалавров «Педагогическое образование», «Биология», очного отделения. Ульяновск: Изд-во УлГПУ. 2017. - с. 20.

10. Белясова Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие для студентов технолог. и биолог. спец. учреждений. - Минск: Книжный дом, 2004. - 414 с. (Библиотека УлГПУ).

11. Донецкая Э.Г. Общая биология: учеб. пособие. - М.: Терра, 2001. - 318 с. (Библиотека УлГПУ).

12. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология: учеб. пособие для мед. вузов. - М.: Медицинское информационное агентство, 2003. - 535 с. (Библиотека УлГПУ).

13. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию: от клеток к атомам / пер. с англ. под ред. Ю.С. Лазуркина, В.А. Ткачева. - М.: Мир, 2002. - 141 с. (Библиотека УлГПУ).

14. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков: Учебник. - М.: Издательство: МГУ, 2005 г. - 336 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/19022>).

## 5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Организация и проведение аттестации бакалавра

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

**Цель проведения аттестации** – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	<b>СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,</b> используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
<b>Оценочные средства для текущей аттестации</b>		
	ОС-1 Реферат	<b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки; <b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины

		<p>профиля;</p> <p><b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию клетки и механизмы молекулярного функционирования;</p> <p><b>ОР-6</b> знает механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.</p> <p><b>ОР-8</b> умеет анализировать современные научные достижения в области образования и профиля подготовки, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, рефератах;</p> <p><b>ОР-11</b> умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;</p> <p><b>ОР-13</b> владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, а также навыками выбора методов и средств решения задач;</p> <p><b>ОР-15</b> владеет навыками работы и применения в образовательной и научно-исследовательской деятельности современных компьютерных технологий.</p>
	<p>ОС-2 Устный ответ (лабораторные занятия) с учетом вопросов, выведенных на самостоятельное обучение, Зачет, экзамен</p>	<p><b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки;</p> <p><b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины профиля;</p> <p><b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию клетки и механизмы молекулярного функционирования;</p> <p><b>ОР-6</b> знает механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.</p> <p><b>ОР-9</b> умеет выявлять закономерности жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-10</b> умеет самостоятельно или с помощью преподавателя сформулировать собственную позицию по дискуссионным вопросам, имеющим мировоззренческое значение, подобрать аргументы с позиции научного мировоззрения, опираясь на авторитетные источники информации;</p> <p><b>ОР-11</b> умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;</p> <p><b>ОР-14</b> владеет методами и приемами описания, идентификации, классификации, биологических объектов, информационных технологий для решения научных и профессиональных ситуационно-логических задач;</p>
	<p>ОС-3 Тестирование</p>	<p><b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки;</p> <p><b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины</p>

		<p>профиля;</p> <p><b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию клетки и механизмы молекулярного функционирования;</p> <p><b>ОР-6</b> знает механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.</p> <p><b>ОР-9</b> умеет выявлять закономерности жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-15</b> владеет навыками работы и применения в образовательной и научно-исследовательской деятельности современных компьютерных технологий.</p>
	<p>ОС-4 Решение ситуационно-логических задач</p>	<p><b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки;</p> <p><b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины профиля;</p> <p><b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию клетки и механизмы молекулярного функционирования;</p> <p><b>ОР-6</b> знает механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.</p> <p><b>ОР-9</b> умеет выявлять закономерности жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-14</b> владеет методами и приемами описания, идентификации, классификации, биологических объектов, информационных технологий для решения научных и профессиональных ситуационно-логических задач;</p>
	<p>ОС-5. Работа с информационно-схематическим материалом и гистологическими препаратами</p>	<p><b>ОР-1</b> знает традиционные и современные методы исследования в соответствии с профилем подготовки;</p> <p><b>ОР-2</b> знает основные понятия и определения дисциплины профиля;</p> <p><b>ОР-3</b> знает молекулярные механизмы функционирования живых систем на тканевом, субклеточном, молекулярном уровнях организации биологических систем</p> <p><b>ОР-4</b> знает современные проблемы клеточной биологии, цитологии, гистологии, молекулярной биологии и биологии развития и размножения;</p> <p><b>ОР-5</b> знает структурно-функциональную организацию клетки и механизмы молекулярного функционирования;</p> <p><b>ОР-6</b> знает механизмы пролиферации, старения и гибели клетки.</p> <p><b>ОР-7</b> умеет работать с микропрепаратами, коллекционным материалами, схемами;</p>

		<b>ОР-12</b> владеет методами изучения жизнедеятельности на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях; <b>ОР-14</b> владеет методами и приемами описания, идентификации, классификации, биологических объектов, информационных технологий для решения научных и профессиональных ситуационно-логических задач;
<b>Оценочные средства для промежуточной аттестации - экзамен</b>		
	ОС-6	Экзамен ОР-1, ОР-2, ОР-3, ОР-4, ОР-5, ОР-6, ОР-7, ОР-8, ОР-9, ОР-10, ОР-11, ОР-12, ОР-13, ОР-14

***Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

***Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

**ОС-6 Экзамен**

**Примерный перечень вопросов к экзамену**

Вакуолярная система клетки. Компартменты аппарата Гольджи, функции.

Эндоплазматический ретикулум или сеть (ЭР). Агранулярный ЭР или гладкий (АгЭС) – структурная организация, функции.

Гранулярный ЭР или шероховатый (ГрЭС) – особенность синтеза белков на рибосомах ГрЭС, синтез белков на экспорт и мембранных белков. Функции ГрЭР.

Рибосомы - структурно-функциональная организация. РНК рибосом. Белки рибосом. Характеристика субъединиц рибосомы – функциональные карманы с позиции функций большой и малой субъединицы.

Аппарат внутриклеточного переваривания – гидролазные пузырьки, лизосомы и их гетерогенность, эндосомы.

Пероксисомы, поросомы, протеасомы, пористые пластинки.

Цитоскелет – опорно-двигательная система клетки. Общая характеристика. Функции. Белки цитоскелета – актин, миозин, тубулин.

Микрофиламенты (миофиламенты) – структурная организация актиновых и миозиновых фибрилл, их расположение в симпласте (строение саркомера). Вспомогательные белки ассоциированные с актином. Механизм сокращения миофибрилл в симпласте – модель скольжения или качелей на поперечных мостиках миозина.

Микротрубочки. Клеточный центр (центросома) – центриоли.

Митотический аппарат. Реснички и жгутики - строение жгутика, базального тельца.

Промежуточные микрофиламенты. Микротрабекулярная сеть.

Общая морфология митохондрий. Ультраструктурная организация - наружная и внутренняя мембрана, межмембранное пространство, митоплазма – матрикс.

Топография митохондрий в клетке – типы организации хондриома. Биогенез или авторепродукция.

Синтез АТФ – гликолиз, Цикл Кребса, белковые ферментные комплексы дыхательной цепи внутренней мембраны и ферменты окислительного фосфорилирования.

Хемиосмотическая теория Митчелла о сопряжении окисления субстратов с синтезом АТФ.

Строение митоплазмы (матрикса) митохондрий - геном митохондрий, рибосомы.

Митохондрии и старение клетки. r и K стратегия в эволюции живых организмов и роль митохондрий. АФК. Апоптоз и митохондрии. Митохондриальная медицина.



### **Перечень гистологических препаратов и информационных схем к экзамену**

1. **Электронная микрофотограмма** аппарата Гольджи.
2. **Схема** классической везикулярной модели транспорта карго через АГ.
3. **Таблица** распределения резидентных белков по компартментам аппарата Гольджи.
4. **Схема** рециклинга резидентных белков (residents), индуцированного с помощью COP1.
5. **Схема** синтеза и встраивания белков в мембрану ГЭР.
6. **Схема** Структура и состав лизосом. Биосинтез и транспорт лизосомальных белков.
7. **Микрофотограмма** структурной организации пероксисомы.
8. **Схема.** Строение 26S протеасомы и протеолитических камер.
9. **Схема** протеасомной деградации белков.
10. **Схема** различных форм протеасом и их активаторов.
11. **Схема** строение молекулы актина.
12. **Две схемы** строения молекулы миозина.
13. **Схема** организации тропомиозинового комплекса.
14. **Схема** строения поперечнополосатой скелетной миофибриллы. Саркомер.
15. **Гистологический препарат.** Поперечнополосатая мышечная ткань языка.
16. **Схема** строения клеточного центра. Митотический аппарат.
17. **Схема** организации микротрубочки жгутика.
18. **Схема.** Промежуточные микрофиламенты.
19. **Гистологический препарат.** Гликоген в клетках печени.
20. **Гистологический препарат.** Жировые включения в клетках сальника.
21. **Гистологический препарат.** Аппарат Гольджи в нервных клетках спинального ганглия котенка.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

### **Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине**

*Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся*

Семестр	Показатель	Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
3 семестр	Разбалловка по видам работ	9 x 1=9 баллов	15 x 1=15 баллов	212 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	9 баллов max	24 балла max	236 баллов max	300 баллов max

### **Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра**

По итогам изучения дисциплины «Цитология», трудоёмкость которой составляет 3 ЗЕ и изучается в 3 семестре, обучающийся набирает определённое количество баллов, которое соответствует оценке согласно следующей таблице:

Оценка	Баллы (3 ЗЕ)
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	менее 150

## Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Семестр	Показатель	Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
5 семестр	Разбалловка по видам работ	9 x 1=9 баллов	15 x 1=15 баллов	212 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	9 баллов max	24 балла max	236 баллов max	300 баллов max

### Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

По итогам изучения дисциплины «Цитология», трудоёмкость которой составляет 3 ЗЕ и изучается в 5 семестре, обучающийся набирает определённое количество баллов, которое соответствует оценке согласно следующей таблице:

Оценка	Баллы (3 ЗЕ)
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	менее 150

### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

#### Подготовка к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В ходе выполнения лабораторной работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. При выполнении работ студент оформляет альбом (тетрадь) по лабораторному практикуму, который сдается на проверку в конце семестра.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

## **Перечень лабораторных работ**

Лабораторная работа: Введение в цитологию. Методы исследования.

Лабораторная работа: Химическая организация клетки

Лабораторная работа: Плазматическая мембрана

Лабораторная работа: Вакуолярная система клетки. Опорно-двигательный аппарат клетки

Лабораторная работа: Митохондрии. Ядро.

Лабораторная работа: Матричные синтезы. Клеточный цикл. Механизмы пролиферации. Патология клетки.

## **Подготовка к устному опросу.**

При подготовке к устному опросу необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к занятиям преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

## **Подготовка к докладу с презентацией.**

Доклады делаются с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада студент должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить презентацию.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины**

### **Основная литература**

1. Стволинская, Н. С. Цитология : учебник / Н.С. Стволинская. - Москва : Прометей, 2012. - 238 с. : ил. - Библиогр.: с. 236-237. - ISBN 978-5-7042-2354-2. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437359>.

2. Завалеева, С. Цитология и гистология : учебное пособие / С. Завалеева. - Оренбург : ОГУ, 2012. - 216 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259350>.

3. Романова, Е. Б. Цитология : учебное пособие / Е. Б. Романова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144605>.

### **Дополнительная литература**

1. Гистология, цитология и эмбриология : учебное пособие / Т. М. Студеникина, Т. А. Вылегжанина, Т. И. Островская, И. А. Стельмах ; под ред. Т. М. Студеникиной. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 574 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006767-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1117787>.

2. Абрамов, С. Н. Практикум по цитологии : учебное пособие / С. Н. Абрамов, С. В. Любина. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2017. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96816>.

3. Карпеева, Е. А. Цитология [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВПО "УлГПУ им. И. Н. Ульянова". - Ульяновск : ФГБОУ ВПО "УлГПУ им. И. Н. Ульянова", 2012. - 136 с. : ил. -

Список лит.: с. 136. - ISBN 978-5-86045-515-3:170.00.

[URL:http://els.ulspu.ru/?song\\_lyric=%D1%86%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F](http://els.ulspu.ru/?song_lyric=%D1%86%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)

### **Internet – ресурсы**

1. [http://rrc.bsu.edu.ru/download.php.view.17.](http://rrc.bsu.edu.ru/download.php.view.17)
2. [http://rrc.bsu.edu.ru/download.php.view.18.](http://rrc.bsu.edu.ru/download.php.view.18)
3. [http://hist.yma.ac.ru.](http://hist.yma.ac.ru)
4. Сайт морфологов [www.alexmorph.narod.ru](http://www.alexmorph.narod.ru).