

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цитология

Кафедра зоологии и физиологии

Образовательная программа бакалавриата

06.03.01 Биология

Профиль подготовки
Общая биология, Биохимия

Форма обучения
очная, очно-заочная

Статус дисциплины:
входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2022


Рабочая программа дисциплины «Цитология» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 06.03.01 - Биология от «07» 08 2020 г. № 920.

Разработчик: Рабаданова З. Г., к.б.н., старший преподаватель кафедры зоологии и физиологии.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры зоологии и физиологии от «23» 03. 2022г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Мазанова Л.Ф.

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «23» 03. 2022г., протокол № 7.

/ Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» 03. 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **Цитология** входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки 06.03.01 – Биология.

Дисциплина реализуется на *биологическом* факультете кафедрой зоологии и физиологии. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с структурно-функциональными особенностями клетки и ее делением.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОПК-2; профессиональные – ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: **лекции и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.**

В течение семестра на лабораторных занятиях студенты делают схематическую зарисовку предложенных препаратов в рабочих альбомах, где необходимо подписать структуры изучаемых клеток и ее органелл. Также на лабораторном практикуме решаются ситуативные задачи, задания по закреплению материала в табличной форме, описание гистологических препаратов клеточных органоидов. По окончании преподаватель оценивает уровень выполнения работ студента по представленному альбому.

В конце каждого модуля студент помимо теоретической подготовки должен уметь определять на препаратах и уметь характеризовать типы клеточной организации и их основные структуры.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме **устной проверки, письменных развернутых ответов, различных видов тестирования, решения ситуационных задач, определения органоидов на гистологических препаратах и электронномикроскопических фотографиях, коллоквиумов** и промежуточный контроль в форме **зачета**.

Объем дисциплины **4** зачетные единицы, в том в академических часах по видам учебных занятий **144 ч.**

Объем дисциплины по очной форме

С Е М Е С Т Р	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен)	
	в том числе								
	Все- го	Контактная работа обучающихся с преподавателем							СРС, в том числе зачет
		Все- го	из них						
	Лек- ции		Лаборато рные занятия	Практич еские занятия	КСР	консу льтац ии			
2	144	48	24	24		36	60	(экзамен)	

Объем дисциплины **4** зачетные единицы, в том в академических часах по видам учебных занятий 144 ч.

Объем дисциплины по очно-заочной форме

С Е М Е С Т Р	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе								
	Все-го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет		
		Все-го	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			консультации
2	144	48	24	24		36	60	(экзамен)	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **Цитология** являются:

- формирование у студентов знаний о строении клеток как элементарных единиц живого,
- изучение строения и функционирования субклеточных органелл, процессов воспроизводства и репарации клеток.

Задачи дисциплины:

- освоение основных цитологических понятий;
- формирование навыков приготовления цитологических препаратов и умений работать с микроскопической техникой;
- формирование умений применять полученные знания при проведении научного исследования и в дальнейшей профессионально-педагогической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре общеобразовательных программ бакалавриата

Дисциплина **Цитология** входит в *часть, формируемую участниками образовательных отношений*, образовательной программы Федерального государственного стандарта ВО (ФГОС ВО) по направлению 06.03.01 - Биология. Она изучается студентами на 1 курсе, во 2 семестре. По окончании пройденного курса студенты сдают по дисциплине зачет.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках школьного курса биологии, особенно раздела «Основы цитологии» и других соответствующих дисциплин среднего профессионального образования. Результаты освоения дисциплины **Цитология** обеспечивают основополагающий уровень знаний, необходимых для освоения биологических дисциплин общего профессионального цикла, таких, как ботаника, зоология, гистология с основами эмбриологии, анатомия, зоология, физиология, биохимия, морфофизиологические основы онтогенеза, возрастная анатомия и физиология, теория эволюции.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
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. Применяет принципы структурно-функциональной организации. ОПК-2.2. Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа оценки состояния живых объектов. ОПК-2.3. Использует разные методы анализа для мониторинга среды обитания живых организмов.	Знает: принципы структурно-функциональной организации. Умеет: использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа оценки состояния живых объектов. Владеет: разными методами анализа для мониторинга среды обитания живых организмов.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, конференция, кейсы, ситуативные задачи
ПК-3. Способен владеть современными методами обработки полевой и лабораторной биологической информации	ПК-3.1. Владеет современными методами обработки полевой биологической информации ПК-3.2. Способен проводить разные формы анализа полученной лабораторной информации	Знает: современные методы обработки полевой биологической информации Умеет: анализировать полученную полевую и лабораторную информацию Владеет: навыками получения полевой и лабораторной биологической информации	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, конференция, кейсы, ситуативные задачи

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины по очной форме.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Семестр	Неделя семестра			

				Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельн. раб.		
Модуль 1. Типы клеточной организации. Ядро. Клеточные мембраны. Вакуолярная система.									
1	Тема 1. Предмет, задачи, история и методы цитологии.	2		2		2		4	Формы текущего контроля успеваемости: устный, письменный, тестовый опрос. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, тестирование, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса
2	Тема 2. Типы клеточной организации. Строение клетки.	2		3		3		4	
3	Тема 3. Клеточное ядро. Хроматин. Хромосомы.	2		3		3		12	
<i>Итого по модулю</i>				8		8		20	(36 ак. ч.)
Модуль 2. Системы энергообеспечения клетки. Цитоскелет.									
4	Тема 4. Плазматическая мембрана.	2		2		2		4	Формы текущего контроля успеваемости: устный, письменный, тестовый опрос. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, тестирование
5	Тема 5. Вакуолярная система. Системы энергообеспечения клетки.	2		2		2		4	
6	Тема 6. Опорно-двигательная система. Цитоскелет.	2		2		2		4	
7	Тема 7. Митохондрии. Пластиды.	2		4		4		4	
<i>Итого по модулю 2:</i>				10		10		16	(36 ак. ч.)
Модуль 3. Клеточный цикл.									
8	Клеточный цикл. Мейоз.			2		2		10	
9	Митоз.			2		2		7	
10	Патология клетки.			2		2		7	
<i>Итого по модулю 3:</i>				6		6		24	(36 ак. ч.)
<i>Экзамен (подготовка, сдача)</i>								36	

11	ИТОГО:			24		24	36	60	(144 ак.ч.)
----	--------	--	--	----	--	----	----	----	-------------

4.2.2. Структура дисциплины очно-заочной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.		
Модуль 1. Типы клеточной организации. Ядро. Клеточные мембраны. Вакуолярная система.									
1	Тема 1. Предмет, задачи, история и методы цитологии.	2		2		2		4	Формы текущего контроля успеваемости: устный, письменный, тестовый опрос. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, тестирование, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса
2	Тема 2. Типы клеточной организации. Строение клетки.	2		3		3		4	
3	Тема 3. Клеточное ядро. Хроматин. Хромосомы.	2		3		3		12	
<i>Итого по модулю</i>				8		8		20	(36 ак. ч.)
Модуль 2. Системы энергообеспечения клетки. Цитоскелет.									
4	Тема 4. Плазматическая мембрана.	2		2		2		4	Формы текущего контроля успеваемости: устный, письменный, тестовый опрос. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, тестирование
5	Тема 5. Вакуолярная система. Системы энергообеспечения клетки.	2		2		2		4	
6	Тема 6. Опорно-двигательная система. Цитоскелет.	2		2		2		4	

7	Тема 7. Митохондрии. Пластиды.	2		4		4		4	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			10		10		16	(36 ак. ч.)
	Модуль 3. Клеточный цикл.								
8	Клеточный цикл. Мейоз.			2		2		10	
9	Митоз.			2		2		7	
10	Патология клетки			2		2		7	
	<i>Итого по модулю 3:</i>			6		6		24	(36 ак. ч.)
	<i>Экзамен (подготовка, сдача)</i>							36	
11	ИТОГО:			24		24	36	60	(144 ак.ч.)

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Типы клеточной организации. Ядро. Клеточные мембраны. Вакуолярная система.

Тема 1. Предмет, задачи, история и методы цитологии.

Цитология – наука о строении, функциях, взаимоотношениях со средой, развитии и происхождении клетки. Место цитологии среди других биологических дисциплин. Связь цитологии с молекулярной биологией, генетикой, эмбриологией, физиологией и биохимией. Значение цитологии для медицинской и сельскохозяйственной науки. История цитологии – история микроскопии.

Методы исследования клеток

Арсенал методов цитологии: от живых клеток до макромолекулярных комплексов.

Прижизненные наблюдения клеток. Культура клеток вне организма. Метод темного поля. Фазово-контрастная микроскопия. Цейтраферная микросъемка. Микроманипулятор. Микрохирургия. Методы изучения физических свойств клеток. Суправитальная люминесцентная микроскопия. Витальные красители.

Изучение фиксированных клеток. Понятие о фиксации. Артефакты при обработке клеток. Принципы окрашивания клеточных структур. Цитохимические качественные методы исследования реакции на белки, ферменты, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды. Иммунохимия.

Основы физических методов определения локализации и количества веществ в клетке: микроспектрометрия, цитофотометрия, интерференционная и люминесцентная микроскопия. Авторадиографическое изучение локализации, динамики синтеза и транспорта веществ в клетке, основы метода.

Электронная микроскопия: основы, преимущества и недостатки метода. Электронные микроскопы просвечивающего и сканирующего типа. Мегавольтная электронная микроскопия.

Дифференциальное центрифугирование – метод получения отдельных клеточных компонентов для цитохимического и биохимического анализа.

Тема 2. Типы клеточной организации. Строение клетки.

Клеточная теория

Предпосылки клеточной теории. Клеточная теория Шванна. Значение для клеточной теории работ Вирхова и оценка его представления о развитии клеток. Современное состояние клеточной теории.

Клетка – элементарная единица живого. Клетки прокариот и эукариот. Гомологичность в строении клеток. Клетка как единица строения, функционирования, развития, патологических изменений организма.

Митотическое деление клеток – единственный путь увеличения их числа. Дифференциация как процесс образования специализированных клеток.

Строение и функции клеток

Особенности и различия в строении клеток прокариот и эукариот. Единство строения и функции клетки, ее органоидов и других структурных элементов. Общая характеристика клетки, величина и форма клеток. Основные различия между клетками животных и растений.

Тема 3. Клеточное ядро. Хроматин. Хромосомы.

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

Интерфазное ядро. Основные элементы его структуры: хроматин (хромосомы), ядрышко, ядерный сок (кариоплазма), ядерная оболочка, ядерный белковый матрикс.

Хроматин, его химическая характеристика. Диффузный и конденсированный хроматин, эухроматин и гетерохроматин, их функциональное значение. Сателлитная ДНК. Ультраструктура хроматина, строение элементарных хроматиновых фибрилл. Нуклеосомы: строение, роль при функционировании хроматина. Нуклеомерная фибрилла. Петлевые домены хроматина. Гистоны и негистоновые белки: их роль в компактизации ДНК. Ядро в процессе редупликации и перераспределения генетического материала. Два состояния главных ядерных структур - хромосом. Поведение хроматина - хромосом - во время митоза. Концепция о непрерывности хромосом в течение всего жизненного цикла клетки. Общее строение, типы и формы митотических хромосом. Дифференцировка хромосом по длине; центромера, вторичная перетяжка, теломера. Дифференциальная окраска хромосом, Распределение новосинтезированной ДНК в дочерних хромосомах. Уровни структурной организации хромосом. Хромонема, понятие о субхроматидных структурах митотических хромосом. Цикл конденсации хромосом во время митоза. Матрикс митотических хромосом.

Синтез РНК: транскрипционные единицы, предшественники иРНК, созревание иРНК, сплайсинг. Рибонуклеопротеиды - компоненты интерфазных ядер.

Ядрышко - органоид синтеза клеточных рибосом. Число ядрышек в ядре, их хромосомное происхождение. Химия ядрышка, РНК ядрышка. Строение и химия рибосом. Предшественники рибосомных РНК. Пути синтеза рибосом. ДНК ядрышка. Строение генов рРНК, полицистронность. Амплификация генов рРНК.

Строение и ультраструктура ядрышка. Цикл изменения структуры ядрышка в связи с его функцией. Судьба ядрышка в митозе и его связь с митотическими хромосомами.

Ядерная оболочка, ее строение и функциональное значение. Строение ядерных пор. Связь ядерной оболочки с цитоплазматическими структурами и хромосомами. Ядерно-цитоплазматический транспорт. Ядерный белковый матрикс, ламина; их структура и функциональное значение.

Модуль 2.

Тема 4. Плазматическая мембрана.

Плазматическая мембрана - барьерно-транспортная система. Жидкостно-мозаичная модель строения плазмолеммы. Мембраны цитоплазмы. Роль липидов и белков

в организации клеточных мембран. Липопротеидные мембраны, их молекулярная организация. Рецепторная роль плазматической мембраны.

Роль мембраны в клеточной проницаемости. Пассивный и активный транспорт веществ через мембрану. Теория клеточной проницаемости. Роль плазматической мембраны в процессах фагоцитоза и пиноцитоза. Эндосомы. Связь этих процессов с лизосомами.

Межклеточные контакты и связи. Десмосомы и другие специальные структуры межклеточных контактов; плотный контакт, щелевой контакт, простой контакт. Дериваты плазматической мембраны: микроворсинки, структуры фоторецепторов, оболочки аксонов.

Связь клеток друг с другом и с внеклеточным матриксом. Гликокаликс животных клеток. Строение клеточной стенки растительных и прокариотических клеток; их химизм, свойства и развитие.

Тема 5. Вакуолярная система.

Вакуолярная система внутриклеточного синтеза и транспорта биополимеров. **Эндоплазматическая сеть (ретикулум).** Понятие и общая характеристика. Гранулярная эндоплазматическая сеть - эргастоплазма, ее строение, химическая композиция и основная роль как структуры, участвующей в синтезе экспортируемых из клетки белков. Синтез белков в гиалоплазме. Синтез, накопление и транспорт синтезированного белка в системе эндоплазматической сети. Связь гранулярной эндоплазматической сети с ядерной оболочкой.

Аппарат Гольджи (пластинчатый комплекс): общая характеристика, локализация в клетке, микроскопическое строение ультраструктура и химия. Диктиосома, функции аппарата Гольджи: сегрегация, накопление, созревание, сортировка и экскреция секретов и других веществ в клетке. Авторадиографические данные о путях синтеза и выведения секреторных продуктов в клетке.

Лизосомы, история их открытия. Структура лизосом, их химическая характеристика, типы лизосом. Функциональное значение лизосом, их происхождение. Связь лизосом с процессами внутриклеточного пищеварения, с фагоцитозом и с работой аппарата Гольджи. Аутофагосомы.

Гладкая эндоплазматическая сеть, структурная характеристика и химия. Связь гладкой эндоплазматической сети с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов и других молекул. Роль гладкой эндоплазматической сети в дезактивации различных химических агентов. Связь с функцией проведения возбуждения в мышечной ткани,

Вакуоли растений. Центральная вакуоль. Тонoplast. Развитие и происхождение вакуолярной системы, ее функциональное значение.

Тема 6. Цитоскелет.

Цитоскелет - опорно-двигательная система клеток. Микротрубочки, тонкое строение и химизм. Тубулины, их свойства и роль в образовании микротрубочек. Роль микротрубочек в образовании ахроматинового веретена деления клеток. Роль веретена в расхождении хромосом при митозе. Каркасная роль цитоплазматических микротрубочек. Белки транслокаторы. Представления Н.К.Кольцова о внутриклеточном скелете.

Фибриллярные структуры цитоплазмы. Микрофиламенты, структура и химия. Свойства актиновых микрофиламентов. Микрофиламенты в мышечных и неммышечных клетках. Промежуточные филаменты, структура и химия.

Микротрабекулярная сеть гиалоплазмы.

Центриоль. Ультраструктура, репликация, участие в делении клетки. Аналоги центриолей у простейших. Связь центриольных структур с органоидами движения клетки; базальные тельца. Функции клеточного центра.

Органоиды движения клетки. Строение ресничек и жгутиков эукариотических клеток. Механизм их движения. Строение жгутиков бактерий.

Включения в цитоплазму клеток животных и растений; их локализация и функциональное значение.

Тема 7. Митохондрии. Пластиды.

Митохондрии - система энергообеспечения клеток. Структура митохондрий: мембраны, кристы, матрикс. Роль митохондрий в синтезе и накоплении АТФ. Пути синтеза АТФ в клетке: анаэробный гликолиз и окислительное фосфорилирование. Строение крист, локализация в липопротеидных мембранах звеньев окислительного фосфорилирования. Изменение структуры митохондрий в зависимости от их функционального состояния. Матрикс митохондрий: РНК, ДНК, белки митохондрий. Проблема происхождения митохондрий. Аналоги митохондрий у бактерий. Хондриом - его типы и функциональные особенности,

Пластиды. Тонкое строение хлоропластов. Функции пластид. Лейкопласты, хромопласты. Эндосимбиотическая теория происхождения пластид. Взаимопревращение пластид.

Модуль 3.

Клеточный цикл. Деление клетки.

Тема 8. Клеточный цикл. Митоз. Мейоз.

Деление клеток. Жизненный цикл клетки: пресинтетическая, синтетическая и постсинтетическая фазы. Значение этих фаз в жизни клеток. Деление прокариотических клеток. Общая схема непрямого деления (митоза) эукариотических клеток. Митоз у простейших.

Митоз у клеток животных и растений. Стадии митоза, их продолжительность и характеристика. Механизм движения хромосом. Цитокинез у животных и растительных клеток: образование клеточной перетяжки и фрагмопласта. Судьба клеточных органелл в процессе деления клетки. Метаболизм делящейся клетки. Регуляция митоза, пусковые механизмы митоза.

Тема 9. Мейоз.

Мейоз, стадии мейоза. Конъюгация хромосом, кроссинговер, редукция числа хромосом. Биологический смысл мейоза. Мейоз у животных и растений. Хромосомы типа ламповых щеток. Различия между митозом и мейозом.

Эндомиоз и соматическая полиплоидия. Политения: политенные хромосомы.

Дифференциация клеток. Дифференциация клеток - возникновение гетерогенного клеточного состава организма, обеспечивающего разнообразие его функций. Роль ядра и цитоплазмы в дифференциации клеток. Теории дифференциации. Политенность ядер. Эмбриональная детерминация. Индукционные влияния. Гуморальные и нервные факторы дифференцировки. Опухолевая трансформация.

Тема 10. Патология клетки.

Патология клеток, старение и смерть клетки. Влияние повреждающих факторов на клетку. Клеточная патология и ее роль в болезнях организма Теория паранекроза.

Специфические и неспецифические реакции клетки на повреждение. Изменение структуры органоидов при повреждении клетки. Внутриклеточная репарация. Цитологические процессы старения и смерти клетки.

Некроз и апоптоз.

4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Типы клеточной организации. Ядро. Клеточные мембраны. Вакуолярная система.

Тема: Клеточная организация. Клеточное ядро.

Содержание темы:

1. Типы клеточной организации.
3. Клеточная теория.
4. Прокариоты и эукариоты.
5. Растительная и животная клетка.
6. Строение эукариотической клетки.
7. Тотипотентность. Цитодифференцировка.
8. Строения ядра и его функции.
9. Хроматин, компактизация хроматина.
10. Строение хромосомы.
11. Типы хромосом.
12. Понятие о кариотипе. Соматические и половые клетки.

Задания лабораторной работы (микроскопирование):

1. Строение микроскопа. Техника микроскопирования.
2. Изучение препаратов животной, растительной и бактериальной клеток.
3. Сравнение животной и растительной клеток.
4. Строение эукариотической клетки.

Модуль 2.

Тема: Плазматическая мембрана.

Содержание темы:

1. Строение биологической мембраны.
2. Химия мембраны.
3. Пассивный транспорт.
4. Активный транспорт.
5. Фагоцитоз. Пиноцитоз.
6. Мембраны цитоплазмы.
7. Гликокаликс.
8. Плазмолиз.
9. Межклеточные взаимодействия.
10. Функции плазмолеммы и биомембран цитоплазмы.

Задания лабораторной работы (микроскопирование):

1. Электронномикроскопическое строение плазмолеммы.
2. Плазмолиз и деплазмолиз.
3. Виды и способы транспорта веществ через плазмолемму.

Тема: Вакуолярная система.

Содержание темы:

1. Компартиментализация цитоплазмы.
2. Эндоплазматическая сеть.
3. Аппарат Гольджи.
4. Лизосомы.
5. Пероксисомы.
6. Сферосомы.
7. Вакуоли растений.
8. Вакуоли животной клетки.
9. Рост и обновление плазмолеммы и вакуолярной системы.
10. Взаимосвязь органоидов вакуолярной системы.

Задания лабораторной работы (микроскопирование):

1. Электронномикроскопическое строение ЭПС.
2. Гистологический препарат: комплекс Гольджи.
3. Гистологический препарат: пероксисомы.
4. Вакуоли растений на временном препарате.

Системы энергообеспечения клетки. Цитоскелет.

Тема: Митохондрии. Пластиды. Цитоскелет.

Содержание темы:

1. Ультраструктура митохондрий.
2. Ультраструктура пластид.
3. Полуавтономность митохондрий и пластид.
4. Взаимопревращение пластид.
5. Функции митохондрий и пластид.
6. Клеточный центр.
7. Опорно-двигательная система клетки.
8. Ультраструктура центриолей, ресничек, жгутиков.
9. Миофибриллы.
10. Микротрабекулярная сеть гиалоплазмы.

Задания лабораторной работы (микроскопирование):

1. Электронномикроскопическое строение митохондрий.
2. Электронномикроскопическое строение хлоропласта и др. пластид.
3. Гистологический препарат: Хондриосомы.
4. Гистологический препарат: Центриоли.
5. Гистологический препарат: Реснички дыхательного эпителия.

Модуль 3. Тема 5. Клеточный цикл. Митоз. Мейоз.

Содержание темы:

1. Структура клеточного цикла.
2. Интерфаза.
3. Амитоз, его биологическая роль.
4. Митоз и его биологическая роль.
5. Мейоз и его биологическая роль.
6. Эндорепродукция.
7. Характеристика периодов деления клеток.
8. Поведение хромосом в период митоза и мейоза.
9. Патология, старение, гибель клетки.
10. Некроз. Апоптоз.

Задания лабораторной работы (микроскопирование):

1. Характеристика периодов клеточного цикла.
2. Гистологический препарат: Митоз в бластомерах лошадиной аскариды.
3. Схема митоза.
4. Схема мейоза.
5. Сходство и различия митоза и мейоза.

5. Образовательные технологии

В ходе проведения дисциплины предусмотрены лекционные, лабораторные занятия, самостоятельные работы. В рамках проведения лекций используется проектор, который выводит на экран основные моменты лекции, требующие более подробного пояснения, схемы, слайды с гистологическими фотографиями объектов. В ходе

проведения лабораторных занятий для проверки промежуточных знаний предусмотрены коллоквиумы, самостоятельные работы и промежуточное тестирование. В соответствии с требованием ФГОС предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Методы	Лекций (час)	Лабораторные занятия (час)	Всего
Работа в команде	-	-	-
«мозговой штурм» (атака)	-	2	2
Работа в группах	-	2	2
Итого интерактивных занятий	-	4	4

Применение модульно-рейтинговой системы предусматривает постоянный контроль знаний студента. Наличие обязательных для итоговой аттестации студента контрольных точек принуждает к активной самостоятельной работе студента. Для того чтобы заинтересовать студента в подготовке к каждому лабораторному занятию, начинать занятие с экспресс-опроса, организовывать мини-контрольной проверочной работы, результат которой может существенным образом повлиять на итоговую оценку студента. Обратная связь обеспечивается тем, что лектор может оперативно скорректировать лекционный курс в зависимости от полученных на лабораторном занятии и при прохождении контрольных точек результатов в усвоении материала. На лабораторных занятиях проводить дискуссии со студентами (аналог «круглого стола», преподавателю в котором отводится роль ведущего), в ходе которых каждый из участников – студенты или преподаватель имеют право задавать вопросы и участвовать в выработке альтернативных решений разбираемых проблем. Таким образом, на занятиях реализуется интерактивная форма обучения. Важной формой обучения являются коллоквиумы, проводимые в форме тестирования, письменного опроса или беседы преподавателя со студентом, в которую при желании может вмешиваться любой студент семинарской группы и получить ответы на все интересующие его вопросы по предмету. Учебно-методические пособия и рекомендации, тесты, мультимедийные презентации размещаются и в электронном виде на сайте вуза, что способствует лучшей организации образовательного процесса и повышению качества знаний студентов по дисциплине.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельную работу студента над глубоким освоением фактического материала можно организовать в процессе выполнения лабораторных работ, подготовки к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления рефератов.

Задания по самостоятельной работе могут быть разнообразными:

- выполнение тестов на лабораторных занятиях;
- оформление работы в рабочей тетради с изображением схем, рисунков и их обозначений;
- выполнение контрольных заданий в рабочей тетради;
- проработка учебного материала при подготовке к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к экзаменам, написании рефератов и курсовых работ;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;

- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов (рефератов), предоставление презентаций и их обсуждение, проведение письменных контрольных работ, решение ситуационных задач.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Контроль освоения дисциплины осуществляется в соответствии с "Положением о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов.

Формы контроля:

- текущий контроль качества усвоения студентами программного материала (домашние задания, контрольные работы, работа на практических и лабораторных занятиях);
- рубежный контроль качества усвоения студентами программного материала (письменная контрольная работа, тест);

- итоговый контроль качества усвоения студентами программного материала (зачет);

7.1. Типовые контрольные задания

Примерный перечень контрольных вопросов по темам

Модуль 1.

Тема 1. Предмет, задачи, история и методы цитологии.

Типы клеточной организации. Строение клетки.

1. Типы клеточной организации.
2. Клеточная теория.
3. Прокариоты и эукариоты.
4. Растительная и животная клетка.
5. Тотипотентность. Цитодифференцировка.

Тема 2. Клеточное ядро.

1. Строения ядра и его функции.
2. Хроматин, компактизация хроматина.
3. Строение хромосомы.
4. Типы хромосом.
5. Понятие о кариотипе. Соматические и половые клетки.

Модуль 2.

Тема 1. Плазматическая мембрана.

1. Строение биологической мембраны.
2. Пассивный и активный транспорт.
3. Фагоцитоз. Пиноцитоз.
4. Гликокаликс.
5. Плазмолиз.
6. Межклеточные взаимодействия.

Тема 2. Вакуолярная система.

1. Компарментализация цитоплазмы.

2. Эндоплазматическая сеть.
3. Аппарат Гольджи.
4. Лизосомы.
5. Пероксисомы.
6. Сферосомы.
7. Вакуоли растений.
8. Вакуоли животной клетки.

Тема 1. Митохондрии. Пластиды.

1. Митохондрии.
2. Пластиды, типы пластид.
3. Полуавтономность митохондрий и пластид.
4. Взаимопревращение пластид.

Тема 2. Цитоскелет.

1. Клеточный центр.
2. Ультраструктура центриолей, ресничек, жгутиков.
3. Миофибриллы.
4. Микротрабекулярная сеть гиалоплазмы.

Модуль 3.

Деление клетки.

Тема 1. Клеточный цикл. Митоз. Мейоз.

1. Структура клеточного цикла.
2. Амитоз, его биологическая роль.
3. Митоз и его биологическая роль.
4. Мейоз и его биологическая роль.

Тема 2. Патология клетки.

1. Патология клетки.
2. Старение и гибель клетки.
3. Некроз.
4. Апоптоз.

Примерный перечень теоретических вопросов к зачету

1. Предмет и задачи цитологии. Связь с другими науками.
2. История цитологии.
3. Методы цитологии.
4. Основы микроскопической техники. Приготовление микроскопических препаратов.
5. Прижизненное (витальное) изучение клеток.
6. Приготовление фиксированных препаратов.
7. Световая и электронная микроскопия.
8. Метод дифференциального ультрацентрифугирования.
9. Клеточная теория.
10. Особенности строения прокариотической клетки.
11. Строение эукариотической клетки.
12. Отличие растительной клетки от животной.
13. Роль ядерных структур в жизнедеятельности клетки.
14. Структура и химия клеточного ядра.
15. Хроматин и его структурно-функциональная организация.
16. Уровни компактизации хроматина.

17. ДНК и белки хроматина.
18. Хромосомы, их морфология и ультраструктура.
19. Ядрышко.
20. Рибосомы.
21. Цитоплазма.
22. Гиалоплазма.
23. Одномембранные органоиды цитоплазмы (вакуолярная система).
24. Гранулярный эндоплазматический ретикулум.
25. Гладкий эндоплазматический ретикулум.
26. Аппарат Гольджи.
27. Лизосомы.
28. Вакуоли растительных клеток.
29. Общая схема функционирования вакуолярной системы.
30. Двумембранные органоиды цитоплазмы.
31. Морфология и ультраструктура митохондрий.
32. Функции митохондрий.
33. Увеличение числа митохондрий.
34. Происхождение митохондрий.
35. Пластиды. Строение и функции хлоропластов.
36. Онтогенез и функциональные перестройки пластид.
37. Происхождение хлоропластов.
38. Немембранные органоиды цитоплазмы.
39. Опорно-двигательная система клетки.
40. Микрофиламенты и микротрубочки.
41. Реснички, жгутики.
42. Центросомы и центросомный цикл.
43. Химия и свойства клеточных мембран.
44. Структура клеточных мембран. Плазматическая мембрана.
45. Гликокаликс.
46. Рост плазматической мембраны.
47. Функции плазматической мембраны.
48. Межклеточные контакты.
49. Специализированные структуры плазматической мембраны.
50. Клеточная оболочка (стенка) растений, грибов и бактерий.
51. Фагоцитоз и пиноцитоз.
52. Клеточный центр.
53. Межклеточное узнавание.
54. Клеточный центр.
55. Регуляция клеточного цикла.
56. Эндорепродукция и полиплоидия.
57. Деление клеток.
58. Митоз и его цитологические основы.
59. Мейоз и его цитологические основы.
60. Отличие мейоза от митоза.
61. Патология клетки.
62. Общеклеточные патологические реакции.
63. Патологические изменения структуры ядра и органоидов цитоплазмы.
64. Старение клетки. Цитологические основы старения клетки.
65. Клеточная гибель. Некроз и апоптоз.

Примерные контрольные тесты по дисциплине

С одним верным ответом на вопрос:

1. Элементарной единицей строения и функционирования живых организмов является:
 - а) клетка; б) молекула; в) атом; г) ткань
2. Авторы клеточной теории:
 - а) Роберт Гук и Марчелло Мальпиги;
 - б) Матиас Шлейден и Томас Шванн;
 - в) Антон ван Левенгук и Роберт Броун;
 - г) Рудольф Вирхов и Илья Мечников.
3. Термин «клетка» ввел:
 - а) Шванн; б) Шлейден; в) Роберт Гук; г) Антон ван Левенгук
4. Вирусы содержат:
 - а) только ДНК; б) либо ДНК, либо РНК;
 - в) только РНК; г) совместно ДНК и РНК.
5. К эукариотам относятся:
 - а) бактерии, грибы и сине-зеленые водоросли;
 - б) бактерии и сине-зеленые водоросли;
 - в) бактерии, сине-зеленые водоросли и вирусы;
 - г) грибы, растения и животные.
6. В клетках прокариот находятся:
 - а) рибосомы; б) митохондрии; в) ядрышки; г) лизосомы.
7. К немембранным органоидам эукариотической клетки относят:
 - а) центриоли, лизосомы, пероксисомы;
 - б) цитоплазма и гиалоплазма;
 - в) центриоли, микротрубочки, микрофиламенты, рибосомы;
 - г) центриоли, микротрубочки, микрофиламенты, рибосомы, пероксисомы, сферосомы.
8. Волокнистый компонент клеточной стенки большинства грибов:
 - а) хитин; б) муреин; в) хинин; г) пектин.
9. Опорным каркасом клеточной стенки бактерий и сине-зеленых водорослей служит:
 - а) клетчатка; б) гликоген; в) хитин; г) муреин.
10. Общим для всех клеточных мембран является:
 - а) состав липидов; б) состав белков;
 - в) липопротеидное строение; г) состав гликокаликса.

С несколькими вариантами ответов:

1. К мутагенным факторам клетки относятся:
 - а) гамма-излучение; б) УФ-излучение;
 - в) акридиновый краситель; г) уксусная кислота.
2. Признаки растительной клетки:
 - а) гетеротрофность; б) запасание гликогена;
 - в) автотрофность; г) наличие жесткой клеточной стенки.
3. В клетках прокариот присутствуют:
 - а) митохондрии; б) нуклеоид; в) рибосомы; г) ядрышко.
4. Несколько ядер могут встречаться в клетках:
 - а) кардиомиоцитах; б) крови;
 - в) остеокластах; г) мышечных волокнах.
5. Ядрышко—это самостоятельная структура, где образуется:
 - а) рРНК; б) ДНК; в) субъединицы рибосом; г) иРНК.

С одним верным ответом на вопрос:

1. Плазматическая мембрана состоит из:
 - а) только белков; б) только липидов;
 - в) белков и липидов; г) липидов и углеводов.
2. В состав гликокаликса входят:
 - а) целлюлоза; б) аминокислоты;

- в) гликопротеины; г) гликозамингликаны.
3. Рост плазмалеммы обеспечивает:
а) митохондрии; б) ЭПС; в) аппарат Гольджи; г) рибосомы.
4. Эндоплазматическая сеть:
а) представлена одномембранной сетью с канальцами и цистернами с гладкой или шероховатой поверхностью;
б) состоит из канальцев для выведения веществ;
в) представлена двумембранной сетью с цистернами с гладкой и шершавой поверхностью;
г) образована диктиосомами.
5. Лизосомы - это:
а) микросомные комплексы, участвующие в делении клетки;
б) одномембранные органоиды, участвующие в переваривании белковых и других частиц;
в) комплексные образования органоидов и включений размером около 20 мкм, г) двумембранные органоиды, участвующие в дыхании.
6. Мембрана вакуоли растительной клетки носит название:
а) плазмалемма; б) тонопласт; в) универсальная; г) белково-липоидная.
7. Рибосомы, осуществляющие синтез белков для нужд самой клетки, локализованы:
а) на мембране гладкой ЭПС; б) на мембране гранулярной ЭПС;
в) в митохондриях; г) в гиалоплазме.
8. Эргастоплазма- это:
а) рибосома на мембранах ЭПС;
б) полисомы на мембранах ЭПС;
в) ЭПС в виде редких разрозненных мембран;
г) локальное скопление мембран гранулярной ЭПС.
9. Сферосома – это мембранный пузырек, содержащий:
а) гликоген; б) жиры; в) углеводы.
10. Вакуоли растительных клеток, микротельца, сферосомы объединяет:
а) сходная функция; б) объем, занимаемый в клетке;
в) происхождение; г) наличие одинарной мембраны

С несколькими верными вариантами ответов:

1. В состав клеточной мембраны входят:
а) фосфолипиды; б) холестерин;
в) гликозаминогликаны; г) углеводы.
2. В образовании плазматической мембраны участвуют органоиды:
а) гладкая ЭПС; б) гранулярная ЭПС; в) комплекс Гольджи; г) рибосомы.
3. Плазмалемма обеспечивает свойство клеток:
а) адгезию; б) рецепцию; в) избирательная проницаемость;
г) синтез веществ; д) эндоцитоз.
4. Эндоплазматическая сеть обеспечивает:
а) транспорт органических веществ; б) синтез белков;
в) синтез нуклеиновых кислот; г) синтез углеводов и липидов.
5. Укажите структуры клетки, где осуществляется транскрипция:
а) митохондрия; б) аппарат Гольджи; в) хлоропласт; г) ядро.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- выполнение тестовых и прочих заданий – 50 баллов
- самостоятельная работа – 20 баллов

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 100 баллов,
- письменная контрольная работа - 100 баллов,

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса:

1. Цитология-ИК (автор курса Газимагомедова И.К.). – Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [(автор курса Газимагомедова И.К.) / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, 2021 г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 12.01.2022).
2. Методические указания для самостоятельной работы по «Цитологии» [Текст] [Электронный ресурс] / сост. И.К.Газимагомедова. – Махачкала, 2018. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://eor.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.12.2022).

б) основная литература:

1. Цитология. Учебник для студентов учреждений ВПО. – М., 2012. – 176 с.
2. Афанасьева Ю.И., Юрина Н.А., Котовский Е.Ф. и др. Гистология, эмбриология, цитология. –М., 2012. – 800 с.
3. Кузнецов С.А., Мушкамбаров Н.Н. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. – М., 2012. – 380 с.
4. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию. - М.: ИВЦ Академкнига, 2004. – 495 с.

в) дополнительная литература:

1. Ченцов Ю. С. Общая цитология . –М.: изд-во МГУ, 1995.
2. Улумбеков Э.Г., Челышев Ю.А. и др. Гистология, эмбриология, цитология Москва-Казань- Спб. – Краснодар. - 2009. – 480 с.
3. Билич Г., Катинас С.С., Назарова Л.В. Цитология. - Спб, 1999.
4. Быков В.Л., Юшканцева С.И. Гистология, цитология и эмбриология. – М., 2013. – 296 с.
5. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. С.Л. Кузнецов, Н.Н. Мушкамбаров, В.Л. Горячкина. М.: Медицинское информационное агентство, 2012.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 12.01.2022). – Яз. рус., англ.
2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, 2019 г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 12.01.2022).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010. – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2021).
4. Машкина О.С., Лавлинский А.В. Цитологическое изучение растительных и животных клеток [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Цитология». – Воронеж: Изд-

во ВГУ, 2005. – 79 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/catalog/files/r59457/feb06119.pdf> (дата обращения: 21.03.2022).

3. Цитология: строение клетки [Электронный ресурс] /Интерактивный курс науки о клетке: история развития методы. // Образовательный сайт. – Режим доступа: http://schools.techno.ru/doog/bio_kletka/index.htm (дата обращения: 21.03.2022).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Работа студента над глубоким освоением фактического материала можно организовать в процессе выполнения лабораторных работ, подготовки к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления рефератов.

На лабораторных занятиях проводится изучение строения клетки и ее структурных элементов на гистологических препаратах, электронно-микроскопических фотографиях и по атласам. Работа по микроскопированию выполняется студентами самостоятельно под контролем преподавателя, что способствует выработке практических навыков по приготовлению препаратов живых клеток. В рабочем альбоме оформляются работы по заданиям согласно методическим указаниям.

Самостоятельной работе могут быть разнообразными:

- приготовление и изучение гистологических препаратов на лабораторных занятиях;
- оформление альбома с изображением схем и рисунков и их обозначений;
- проработка учебного материала при подготовке к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к экзаменам, написании рефератов и курсовых работ;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты работы студента контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

Подготовка к лабораторным занятиям.

Лабораторные занятия ориентированы на работу с методической литературой, приобретение навыков для самостоятельной работы по разным разделам. К лабораторному занятию студент должен законспектировать рекомендованные источники, ознакомиться с методикой выполнения лабораторной работы. Кроме того, следует изучить тему по конспекту лекций и учебнику или учебным пособиям из списка литературы.

Подготовка к тестированию.

Подготовка к тестированию предполагает изучение материалов лекций, конспектов рекомендованных источников, мини глоссариев, подготовленных студентами к практическим занятиям, учебной литературы. Тестирование проводится как на бумажных носителях, так и интернет - тестирование. Комплект тестовых заданий включает задания разной степени сложности. Результаты тестирования оцениваются в баллах.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При изучении дисциплины могут быть применены общее количество пакетов интернет – материалов предоставляющих широкие возможности для совершенствования вузовской подготовки по биологии с целью формирования навыков самостоятельной

познавательной деятельности. При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point.

На лабораторных занятиях студенты могут готовить презентации с помощью программного приложения Microsoft Power Point в часы самостоятельной работы.

Стандартными возможностями большинства программ являются реализация дидактического принципа наглядности в обучении, их использование дает возможность студентам применять для решения образовательной задачи различные способы.

Методы обучения с использованием информационных технологий.

К методам обучения с использованием информационных технологий, применяемых на занятиях по дисциплине «Цитология» относятся:

- Компьютерное тестирование (для проведения промежуточного контроля усвоения знаний);
- Демонстрация мультимедийных материалов (для иллюстрации и закрепления новых материалов);
- перечень поисковых систем;
- перечень энциклопедических сайтов;
- перечень программного обеспечения.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

На лекциях и лабораторных занятиях используются комплекты иллюстрированных пособий (таблицы, плакаты, схемы, рисунки, макеты и муляжи), препараты, методические разработки.

Контролирующие программы по основным разделам дисциплины: пакет контрольных работ и заданий, контрольные тесты и задачи по проверке знаний.

Электронная библиотека курса (программа, тесты, методические указания к лаб. занятиям, терминологический словарь, биовидео (рисунки и схемы), обучающий курс на электр. носителе).

Для материально-технического обеспечения дисциплины имеются в наличии:

Микроскопы;

Химическая посуда и принадлежности для микроскопической техники;

Наборы красителей для приготовления гистологических препаратов;

Проектор;

Персональный компьютер или ноутбук;

Таблицы;

Видео- и аудиовизуальные средства обучения;

Комплект электронных иллюстративных материалов по дисциплине (презентации, видеоролики).

Электронная библиотека курса.