

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста
Левановича Хетагурова»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Фундаментальные основы функционирования клетки и надклеточных структур в
норме и при патологических процессах»

Направление подготовки: **06.04.01.**
Биология

Профиль: "Клеточные и молекулярные технологии"

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки 2025

Владикавказ
2026

Рабочая программа *обсуждена и утверждена* на заседании кафедры анатомии, физиологии и ботаники (протокол № 7 от 03.03.2025 г.); *одобрена* советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6 от 04.03.2025 г.); *утверждена* в составе Основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 06.03.01. Биология, профиль: «Фундаментальная и медицинская биология», год начала подготовки 2025 (решение ученого совета от 09.03.2025, протокол № 9).

Составитель: к.с.-х.н., доцент кафедры анатомии, физиологии и ботаники Никколова Б.С.

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е. (180 ч.).

	Очная форма обучения
Курс	2
Семестр	3
Лекции	14
Практические занятия	14
Лабораторные занятия	
Консультации	
Итого аудиторных занятий	28
Самостоятельная работа	152
Курсовая работа	-
Зачет	+
Экзамен	-
Общее количество часов	180

2. Цели изучения дисциплины

Сформировать у студентов магистратуры целостное системное представление о молекулярно-клеточных механизмах, лежащих в основе жизнедеятельности клетки в норме, а также о фундаментальных принципах развития патологических процессов на клеточном и тканевом уровнях для дальнейшего применения этих знаний в научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности в рамках профиля «Клеточные и молекулярные технологии».

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Б1.В.04 Блок 1.Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы:

Способен использовать различные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой. (ПК-2)

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код и формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:
ПК-2: Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных	Принципы организации и правила работы в токсикологической лаборатории, Номенклатуру современных методов, используемых для оценки токсичности: методы <i>in vitro</i> , принципы работы и	Планировать и проводить эксперименты по оценке токсичности (острой и хронической) с использованием клеточных культур и лабораторных животных, Выполнять пробоподготовку	Навыками работы с культурами клеток • Базовыми методами аналитической токсикологии для идентификации

разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	области применения современного аналитического оборудования для определения токсикантов и оценки их эффектов Методологию постановки биотестов на различных биологических моделях	биологических образцов Работать на современном аналитическом оборудовании Использовать методы статистической обработки результатов токсикологического эксперимента для оценки достоверности полученных данных.	неизвестных токсикантов •Навыками корректной интерпретации токсикологических исследований с использованием современного программного обеспечения.
--	--	--	--

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

№ темы	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	лаб.	Содержание	Часы		
1.	Лекция 1. Модуль 1: Структурно-функциональная организация клетки Лекция 1: Современные представления о компартментализации эукариотической клетки. Молекулярная организация и функции ядра и цитоскелета План лекции: 1. Эволюция клеточной теории. Прокариоты и эукариоты: фундаментальные различия в организации генома и метаболизма. 2. Принцип компартментации: мембранные и немембранные органеллы, их функциональная специализация. 3. Клеточные мембраны: современная жидкостно-мозаичная модель, липидные рафты, их роль в патологии 4. Ядро: структурная организация (ядерная оболочка, поровый комплекс, ламина, хроматин). Уровни компактизации ДНК: от нуклеосомы до хромосомы . 5. Цитоскелет: микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты. Динамическая нестабильность. 6. Роль цитоскелета во внутриклеточном транспорте, делении и миграции клеток. Практическое занятие 1. Методы исследования структуры клетки. :	2	2	Подготовка к лекциям: изучение конспектов, работа с учебной литературой Теория: Физические основы световой и флуоресцентной микроскопии. Принципы конфокальной и электронной микроскопии (ТЭМ, СЭМ). 2. Практикум: Работа на цифровом микроскопе. Приготовление временных препаратов (буккальный эпителий, клетки элодеи). Анализ готовых микропрепаратов клеток разных типов. 3. Отработка навыков: Получение изображения, калибровка окуляр-микрометра, измерение объектов.	20	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	Методы выделения и анализа клеточных фракций. План занятия: 1.Физические основы световой и флуоресцентной микроскопии. Принципы конфокальной и электронной микроскопии (ТЭМ, СЭМ).Работа на цифровом микроскопе. 2.Приготовление временных препаратов (буккальный эпителий, клетки элодеи). Анализ готовых микропрепаратов клеток разных типов. 3. Теория: Принцип метода дифференциального центрифугирования. Маркерные ферменты органелл. 4. Расчетная задача: Анализ протокола центрифугирования (выбор скорости и времени для осаждения ядер, митохондрий, микросом). 5. Лабораторная работа: (демонстрационно) Гомогенизация ткани печени и дифференциальное центрифугирование.						
2	Лекция 2. Энергетический метаболизм клетки. Митохондрии и пластиды. Сигнальные пути клетки. Рецепция и внутриклеточная передача сигналов План лекции: 1.Митохондрии: структура, функции, происхождение (эндосимбиотическая теория). Окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. 2. Митохондриальная ДНК: особенности организации, наследование, мутации и митохондриальные болезни.	2	2	Выполнение домашних заданий: расчет задач по токсикометрии, построение графиков "доза-эффект" Составьте схемы взаимоотношений органелл: эндоплазматической сети и комплекса Гольджи . 2. Решите задачи 11, 40, 41 по цитологии (деструкция митохондрий, удаление центриоли, удаление комплекса	22	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	3. Хлоропласты: фотосинтез. Взаимодействие пластид и митохондрий в клетке. 4. Основные типы сигнальных молекул и рецепторов. 5. G-белки и вторичные посредники (цАМФ, Ca²⁺, IP₃). Рецепторные тирозинкиназы и МАР-киназный каскад. Интеграция сигналов. Практическое занятие 3: Оценка функционального состояния митохондрий. Иммуноферментный анализ (ИФА) сигнальных молекул План занятия: 1. Теория: Методы изучения дыхания клеток (полярография, флуоресцентные зонды). Принцип работы проточного цитофлуориметра. 2. Лабораторная работа: Оценка активности митохондрий в лимфоцитах крови с использованием красителя (например, TMRM или JC-1) на проточном цитофлуориметре (или анализ готовых цитометрических данных). 3. Принципы твердофазного ИФА. Сэндвич-метод, прямой и непрямой ИФА. 4. Количественное определение концентрации цитокина (ФНО-α) в модельных образцах методом ИФА.			Гольджи) . 3. Подготовьте сообщение "Молекулярные моторы (кинезин, динеин, миозин): механизмы работы и роль в патологии". Составьте таблицу "Митохондриальные болезни: молекулярные механизмы и клинические проявления". 2. Проработайте тестовые задания по теме "Повреждение клетки" из сборника патофизиологических задач . 3. Напишите эссе "Эндосимбиотическая теория: современные доказательства и критика".			
3	Лекция 3: Регуляция клеточного цикла. Митоз и мейоз Механизмы клеточной гибели: Апоптоз и другие типы клеточной гибели	2	2	Подготовка реферата/презентации по теме: Механизмы клеточной гибели: Апоптоз и другие типы клеточной гибели	22	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	План лекции: 1. Фазы клеточного цикла. Точки рестрикции (чекпоинты). 2. Циклины и циклин-зависимые киназы (Cdk). Роль ретинобластомного белка (Rb) и p53. 3. Механизмы митоза. Регуляция мейоза. 4. Морфологические и биохимические отличия апоптоза от некроза. 5. Внутренний (митохондриальный) и внешний (рецептор-опосредованный) пути апоптоза. Роль каспаз. 6. Аутофагия, некроптоз, пироптоз: значение в норме и патологии. Практическое занятие 3. Цитофлуориметрический анализ клеточного цикла План занятия: 1. Принцип анализа клеточного цикла методом проточной цитометрии с окраской ДНК (йодистый пропидий). 2. Анализ гистограмм распределения клеток по фазам цикла (G_0/G_1, S, G_2/M) с помощью ПО. 3. Выявление нарушений клеточного цикла (блок в G_1, накопление в S-фазе). 1. Методы выявления апоптоза: Annexin V, TUNEL, анализ $\Delta\Psi_m$. 2. Идентификация апоптотических клеток в культуре по морфологическим признакам при окраске Hoechst 33342. 3. Подбор метода детекции в зависимости от задачи (разбор кейсов).			Составьте схему MAP-киназного каскада с указанием последовательности фосфорилирования. 2. Решите ситуационные задачи по теме "Нарушение рецепторной функции" (инсулинорезистентность). 3. Подготовьте обзор методов детекции белок-белковых взаимодействий (коиммунопреципитация, FRET). . Зарисуйте схему клеточного цикла для различных типов клеток (постоянно делящихся, факультативно делящихся, терминально дифференцированных) . 2. Решите задачи 16-19 по цитологии (стадии митоза) . 3. Подготовьте доклад "Система p53 как страж генома: механизмы активации и инактивации при опухолевом росте".			
--	--	--	--	--	--	--	--

4	Лекция 4. Молекулярные механизмы канцерогенеза Патология клеточных мембран и рецепции План лекции 1. Определение онкогенов и генов-супрессоров опухолей. 2. Многостадийность канцерогенеза: инициация, промоция, прогрессия. 3. Ключевые свойства опухолевой клетки (признаки рака по Ханахану и Вайнбергу). 3. Механизмы повреждения клеточных мембран при гипоксии, ишемии, действии токсинов. Перекисное окисление липидов (ПОЛ). 4. Нарушение рецепторной функции: резистентность к инсулину, нарушение ЛПНП-рецепторов. Нарушение ионного гомеостаза. Практическое занятие 4. Иммуноцитохимическая детекция онкомаркеров Моделирование мембранной патологии in vitro План занятия : 1. Принцип иммуноцитохимии (ИЦХ). Прямой и непрямой методы. Системы детекции. 2. Постановка ИЦХ-реакции на фиксированных клетках (HeLa) для выявления Ki-67 или p53. 3. Учет и оценка результатов ИЦХ-реакции. Понятие процента позитивных клеток. 4. Методы оценки интенсивности ПОЛ (ТБК-активные продукты, диеновые	2	2	Изучение и реферирование научных статей по современным методам молекулярных механизмов канцерогенеза 1. Составьте сравнительную таблицу типов клеточной гибели (апоптоз, некроз, аутофагия, некроптоз). 2. Изучите материал по теме "Лизосомы и аутофагия" (3. Напишите реферат "Роль аутофагии в нейродегенеративных заболеваниях". 1.. Подготовьте презентацию "Современная классификация онкогенов и генов-супрессоров". 2. Решите ситуационную задачу по молекулярной диагностике рака (подбор маркеров для конкретной локализации).	22	Опрос , проверка конспекта	[1-4]
---	--	---	---	--	----	----------------------------	-------

	конъюгаты). 5. Индукция перекисного окисления липидов в суспензии эритроцитов с помощью ионов Fe^{2+}/аскорбата. Оценка гемолиза спектрофотометрически. 6. Построение графика зависимости гемолиза от времени/концентрации прооксиданта						
5.	Лекция 5.:Молекулярные механизмы воспаления и иммунного ответа на клеточном уровне Нарушения клеточного метаболизма. Лизосомные болезни накопления План лекции 1. Клетки-участники воспаления. Роль тучных клеток, лейкоцитов. 2. Молекулы адгезии (селектины, интегрины) и их роль в миграции лейкоцитов. 3. Цитокины и хемокины: провоспалительные и противовоспалительные. 1. Метаболический синдром на клеточном уровне: стеатоз (жировая дистрофия). 2. Структура и функции лизосом. 3. Этиология и патогенез лизосомных болезней накопления (мукополисахаридозы, сфинголипидозы). Практическое занятие 5. Проточная цитометрия в иммунофенотипировании клеток Цитохимическое выявление ферментов	2	2	1. Составьте схему реакций перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты. 2. Подготовьте реферат "Ионные каналы и транспортеры: структура, функции, патологии (каналопатии)". 3. Изучите материал по повреждению плазмолеммы из пособия по основам патологии . 1. Составьте таблицу "Кластеры дифференцировки (CD) лейкоцитов и их диагностическое значение". 2. Проработайте темы "Воспаление" и "Иммунодефициты" в тестовых заданиях . 3. Напишите обзор "Современные методы мультицветной цитометрии в иммунологических исследованиях". 1. Составьте классификацию лизосомных болезней накопления с указанием дефектного фермента и накапливаемого субстрата.	22	Опрос , проверка конспекта	[1-4]

	План занятия: 1. Принцип иммунофенотипирования клеток крови с помощью меченых антител (CD-маркеры). 2. Приготовление образца цельной крови. Инкубация с моноклональными антителами (CD45, CD3, CD19). 3. Определение относительного количества Т- и В-лимфоцитов в образце (анализ цитометрических данных). 4. Принципы цитохимического выявления активности ферментов в клетках. 5. Постановка цитохимической реакции на выявление кислой фосфатазы (маркер лизосом) в мазках крови.			2. Изучите демонстрационные препараты "Включения липофусцина в гепатоцитах" и "Пылевые частицы в макрофагах" . 3. Подготовьте сообщение "Лизосомы и старение клеток".			
--	--	--	--	---	--	--	--

6	Лекция 6: Клеточные контакты и межклеточное взаимодействие Методы клеточной инженерии и генного редактирования План лекции Типы межклеточных контактов: плотные, щелевые, адгезионные, десмосомы. Молекулярная структура. 2. Взаимодействие клеток с внеклеточным матриксом (интегрины, фокальные контакты). 3. Роль нарушений межклеточных контактов при метастазировании Методы клеточной инженерии и генного редактирования 4. Получение и культивирование гибридом. Моноклональные антитела. 5. Культивирование стволовых клеток. Направленная дифференцировка. 6. Системы редактирования генома: CRISPR/Cas9 – принципы работы и применение для моделирования патологий. (ЭМП) Практическое занятие 6. План занятия:	2	2	Оформление отчетов по практическим работам, подготовка протоколов исследований Составьте таблицу "Типы межклеточных контактов: структура, функции, методы изучения". 2. Решите задачи 25, 26 по цитологии (полярность клеток, щеточная каемка) . 3. Напишите реферат "Эпителиально-мезенхимальный переход: молекулярные механизмы и роль в метастазировании". Подготовьте презентацию "Стволовые клетки: типы, свойства, перспективы применения в регенеративной медицине". 3. Изучите этические аспекты клеточных технологий (написание эссе).	22	Опрос , проверка конспекта	[1-4]
---	--	---	---	---	----	----------------------------	-------

7	Лекция 7: Биоинформатический анализ в изучении клеточных процессов Фундаментальные основы таргетной терапии. Будущее клеточных технологий План лекции 1. Современные базы данных по геномике, протеомике (NCBI, UniProt, KEGG). 2. Анализ сигнальных путей (Pathway Analysis). 3. Молекулярное моделирование: предсказание структуры белков и их взаимодействий. 1. Понятие о молекулярных мишенях. Ингибиторы тирозинкиназ, моноклональные антитела. 2. CAR-T-клеточная терапия: принципы создания и применения. 3. Перспективы персонализированной медицины на основе анализа клеточного фенотипа и генотипа. Практическое занятие 7. Анализ данных секвенирования единичных клеток (scRNA-seq) Круглый стол «Методы исследования в разработке новых лекарств» 1. Принципы scRNA-seq и решаемые задачи (гетерогенность клеток). 2. Работа с готовым набором данных из GEO. Знакомство с интерфейсом ПО (Loupe Browser, Seurat). 3. Визуализация кластеризации клеток на t-SNE/UMAP-графиках, поиск маркерных генов. 4. Принципы scRNA-seq и решаемые задачи (гетерогенность клеток). 5. Работа с готовым набором данных из GEO. Знакомство с интерфейсом ПО	2	2	Составьте глоссарий терминов биоинформатики (транскриптом, кластеризация, PCA, t-SNE). 3. Подготовьте обзор "Базы данных по экспрессии генов в норме и патологии (Human Protein Подготовьте итоговый проект по одной из тем: "Молекулярные маркеры в диагностике", "Современные методы таргетной терапии", "Клеточные технологии будущего". 2. Повторение всех тем курса, подготовка к итоговому тестированию. 3. Оформление отчета по результатам самостоятельной работы за семестр.	22		[1-4]
---	---	---	---	--	----	--	-------

	(Loupe Browser, Seurat).Визуализация кластеризации клеток на t-SNE/UMAP-графиках, поиск маркерных генов. 6. Обсуждение клинических кейсов (применение ИГХ, FISH, секвенирования для выбора терапии). 7. Итоговое тестирование по методам молекулярной и клеточной биологии. 8. Защита индивидуальных проектов по СРС.						
		14	14		152		

6. Образовательные технологии

Согласно учебному плану при преподавании дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа студентов. Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, презентационный метод, работа в парах, работа в группах, деловая игра);
- *технологии контекстного обучения* – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, деловая игра и др.);
- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов СОГУ.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте или с использованием ЭИОС СОГУ.

7. Методические указания по дисциплине

7.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении дисциплины «Биология» относятся:

- самостоятельное повторение и изучение теоретического материала;
- выполнение домашних заданий (составление конспекта по изучаемой теме);
- написание докладов, эссе;
- подготовка презентаций;
- самостоятельное изучение источников;
- работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями);
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету/экзамену).

Содержание, трудоемкость и формы внеаудиторной самостоятельной работы содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Формы самостоятельной работы студентов:

- а) составление реферативных сообщений на предложенные темы;
- б) подготовка презентаций в Power Point;
- в) подготовка письменных или устных вопросов и заданий для самостоятельной работы (домашние задания);

г) конспектирование некоторых вопросов тем, разделов, вынесенных на самостоятельную работу;

д) участие в дискуссиях.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных, лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных докладов, написанию рефератов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Виды контроля.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на лабораторном занятии, а также короткий (до 15 мин.) опрос, в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетворительно / зачет	неудовлетворительно / незачет
1. Текущий контроль (макс 40 баллов за один модуль)					
		34–40 баллов	23–33 баллов	15–22 баллов	0–15 баллов
	Текущая работа в течение модуля (макс 176.)	Студент активно работает на занятиях, превосходит все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (макс 36.)	Тема полностью раскрыта. Превосхо	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный

		дное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б. за один модуль)					
	тест/контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине (таб. число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Основными *формами текущего контроля* по дисциплине являются: – устный опрос на лекции;

– конспект по теме, вынесенный на самостоятельное изучение; – проверка домашних заданий, лабораторных работ.

Форма *рубежного контроля*: тест.

Формы промежуточной аттестации: зачет.

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Критерии оценивания результатов устного опроса

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетворительно / зачет	неудовлетворительно / незачет
1. Текущий контроль (тах 40 баллов за один модуль)					
		34–40 баллов	23–33 баллов	15–22 баллов	0–15 баллов
	Текущая работа в течение модуля (мах 17б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходит все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (мах 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятел	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности,	Тема не раскрыта. Неудовлетворительно е владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности.

		Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	ности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б. за один модуль)					
	тест/контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине (таб. число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 50-70 баллов, автоматически получают «Зачет» или оценку «удовлетворительно». Для получения более высокой оценки (хорошо/отлично) студент должен сдать экзамен. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

8.2. Примерный вариант 1 рубежной контрольной работы (теста) (30 баллов)

Критерии оценивания: - за каждый правильный ответ – 1 балл.

Инструкция студенту: внимательно прочитайте вопрос и выберите правильный вариант ответа.

Правильный ответ может быть только один.

1. Какой метод позволяет одновременно оценить жизнеспособность клеток, их абсолютное количество и иммунофенотип в гетерогенной популяции?

- A) Световая микроскопия с окраской гематоксилин-эозином
- B) Проточная цитофлуориметрия
- C) Иммуноферментный анализ (ИФА)
- D) Вестерн-блоттинг

Правильный ответ: B

Пояснение: Проточная цитофлуориметрия позволяет проводить мультипараметрический анализ отдельных клеток в суспензии, оценивая их размер, гранулярность и экспрессию поверхностных маркеров с помощью меченых антител.

2. Для какой цели в клеточной биологии применяется дифференциальное центрифугирование?

- A) Для визуализации внутриклеточных структур
- B) Для разделения органелл по их плотности и размерам
- C) Для амплификации специфических последовательностей ДНК
- D) Для определения концентрации белка в образце

Правильный ответ: B

Пояснение: Метод дифференциального центрифугирования основан на осаждении компонентов клеточного гомогената при различных скоростях centrifugation, что позволяет выделять фракции ядер, митохондрий, микросом и цитозоля.

3. Какой краситель используется для оценки жизнеспособности клеток при подсчете в камере Горяева?

- A) Йодистый пропидий
- B) DAPI
- C) Трипановый синий
- D) Флуоресцеин диацетат

Правильный ответ: C

Пояснение: Трипановый синий проникает только через поврежденные мембраны мертвых клеток, окрашивая их в синий цвет, тогда как живые клетки остаются неокрашенными.

4. Какой метод позволяет оценить пролиферативную активность клеток по включению нуклеотидных аналогов в ДНК?

- A) МТТ-тест
- B) Проточная цитометрия с BrdU

- С) Иммуноцитохимия на Ki-67
- D) Вестерн-блоттинг на циклины

Правильный ответ: В

Пояснение: Бромдезоксисуридин (BrdU) — аналог тимидина, который включается в ДНК в S-фазе клеточного цикла и может быть детектирован с помощью меченых антител методом проточной цитометрии.

5. Какой метод используется для количественного определения концентрации цитокинов в культуральной жидкости?

- A) Иммуноферментный анализ (ИФА)
- B) ПЦР в реальном времени
- С) Электрофорез в полиакриламидном геле
- D) Иммуноцитохимическое окрашивание

Правильный ответ: А

Пояснение: Твердофазный иммуноферментный анализ (сэндвич-метод) позволяет количественно определять концентрацию растворенных белков (например, цитокинов, факторов роста) с использованием специфических антител и калибровочного графика.

6. Принцип какого метода лежит в основе оценки цитотоксичности веществ с помощью МТТ-теста?

- A) Включение радиоактивных изотопов в белки
- B) Восстановление тетразолиеой соли в митохондриях живых клеток
- С) Лизис клеток детергентами
- D) Амплификация специфических фрагментов ДНК

Правильный ответ: В

Пояснение: МТТ-тест основан на способности митохондриальных дегидрогеназ живых клеток восстанавливать желтый тетразолий МТТ в фиолетовые кристаллы формазана, количество которых пропорционально числу жизнеспособных клеток.

7. Какой метод позволяет визуализировать распределение специфического белка внутри клетки с флуоресцентной детекцией?

- A) Иммуноферментный анализ (ИФА)
- B) Иммуноцитохимия с флуоресцентно-мечеными антителами
- С) Вестерн-блоттинг
- D) Электронная микроскопия

Правильный ответ: В

Пояснение: Иммуноцитохимический метод с использованием первичных антител к целевому белку и вторичных антител, конъюгированных с флуорохромом, позволяет визуализировать локализацию белка в клетке с помощью флуоресцентного микроскопа.

8. Для каких целей используется проточный цитофлуориметр в лабораторной диагностике?

- A) Для секвенирования ДНК
- B) Для иммунофенотипирования клеточных популяций
- С) Для разделения белков по молекулярной массе
- D) Для культивирования клеток в контролируемых условиях

Правильный ответ: В

Пояснение: Проточная цитофлуориметрия широко используется для

иммунофенотипирования — определения относительного и абсолютного количества различных субпопуляций клеток (например, Т- и В-лимфоцитов) на основе экспрессии кластеров дифференцировки (CD-антигенов) .

9. Какой метод позволяет оценить миграционную активность клеток in vitro?

- A) МТТ-тест
- B) Scratch-тест (тест на заживление "царапины")
- C) Иммуноцитохимия на виментин
- D) Проточная цитометрия с Annexin V

Правильный ответ: B

Пояснение: Scratch-тест заключается в нанесении "царапины" на монослой клеток и последующем наблюдении за скоростью ее закрытия за счет миграции клеток, что позволяет оценить регенераторную активность соединений .

10. Какой краситель используется для выявления апоптотических клеток на основе транслокации фосфатидилсерина?

- A) Йодистый пропиций
- B) DAPI
- C) Annexin V, меченный флуорохромом
- D) Hoechst 33342

Правильный ответ: C

Пояснение: На ранних стадиях апоптоза фосфатидилсерин транслоцируется с внутренней на наружную сторону плазматической мембраны, где может быть связан меченым Annexin V, что позволяет выявлять апоптотические клетки методом проточной цитометрии или флуоресцентной микроскопии .

11. Какой метод позволяет разделить белки по молекулярной массе после электрофореза и идентифицировать специфический белок с помощью антител?

- A) Иммуноцитохимия
- B) Вестерн-блоттинг
- C) Иммуноферментный анализ (ИФА)
- D) Проточная цитофлуориметрия

Правильный ответ: B

Пояснение: Вестерн-блоттинг (иммуноблоттинг) включает разделение белков электрофорезом в ПААГ, перенос на мембрану и детекцию целевого белка с помощью специфических антител .

12. Какой прибор используется для автоматического подсчета клеток и оценки их жизнеспособности?

- A) Спектрофотометр
- B) Проточный цитофлуориметр
- C) Автоматический счетчик клеток (например, EVE Plus)
- D) ПЦР-амплификатор

Правильный ответ: C

Пояснение: Автоматические счетчики клеток (такие как EVE Plus, Countess) используют алгоритмы анализа изображений для быстрого подсчета общего количества клеток и процента жизнеспособности с использованием трипанового синего .

13. Для какой цели в клеточной биологии используется конфокальная микроскопия?

- A) Для получения трехмерных изображений клеток с высоким разрешением
- B) Для подсчета клеток в суспензии
- C) Для анализа клеточного цикла
- D) Для выделения клеточных органелл

Правильный ответ: А

Пояснение: Конфокальная микроскопия позволяет получать оптические срезы клеток с исключением внефокусного света, что дает возможность создавать трехмерные реконструкции и анализировать пространственное распределение структур .

14. Какая линия клеток используется для оценки биодоступности малых молекул через кишечный эпителий?

- A) HeLa
- B) CHO-K1
- C) Caco-2
- D) Jurkat

Правильный ответ: С

Пояснение: Клетки линии Caco-2 (полученные из аденокарциномы толстой кишки человека) способны к спонтанной дифференцировке с формированием щеточной каймы и плотных контактов, что делает их золотым стандартом для исследования транспорта веществ через кишечный барьер .

15. Какой метод используется для анализа экспрессии генов на уровне мРНК?

- A) Вестерн-блоттинг
- B) ПЦР в реальном времени (RT-qPCR)
- C) Иммуноцитохимия
- D) МТТ-тест

Правильный ответ: В

Пояснение: ПЦР в реальном времени с обратной транскрипцией (RT-qPCR) позволяет количественно оценить уровень экспрессии генов по количеству кДНК, синтезированной на матрице мРНК .

16. Какой метод позволяет визуализировать клеточные структуры с разрешением до 1-10 нм?

- A) Световая микроскопия
- B) Флуоресцентная микроскопия
- C) Трансмиссионная электронная микроскопия (ТЭМ)
- D) Конфокальная микроскопия

Правильный ответ: С

Пояснение: Трансмиссионная электронная микроскопия использует пучок электронов вместо света, что позволяет достичь нанометрового разрешения и визуализировать ультраструктуру органелл .

17. Какое оборудование используется для культивирования клеток в контролируемых условиях?

- A) Спектрофотометр
- B) Ламинарный бокс и CO₂-инкубатор

- С) Центрифуга с охлаждением
- Д) Гель-документирующая система

Правильный ответ: В

Пояснение: Для культивирования клеток необходим ламинарный бокс для обеспечения стерильности и CO₂-инкубатор с контролем температуры, влажности и содержания углекислого газа .

18. Какой метод позволяет оценить функциональное состояние митохондрий по изменению мембранного потенциала?

- А) Окраска трипановым синим
- В) Окраска потенциал-чувствительными красителями (JC-1, TMRM)
- С) Иммуноцитохимия на цитохром С
- Д) МТТ-тест

Правильный ответ: В

Пояснение: Потенциал-чувствительные красители, такие как JC-1 и TMRM, накапливаются в митохондриях пропорционально мембранному потенциалу ($\Delta\Psi_m$), что позволяет оценивать функциональное состояние митохондрий методом проточной цитометрии или флуоресцентной микроскопии .

19. Какой метод используется для анализа пролиферативной активности путем детекции ядерного белка, экспрессирующегося во всех активных фазах клеточного цикла?

- А) Блоттинг на Ki-67
- В) Иммуноцитохимия на Ki-67
- С) ПЦР на Ki-67
- Д) Окраска гематоксилином

Правильный ответ: В

Пояснение: Ki-67 — ядерный белок, экспрессирующийся во всех фазах клеточного цикла (G1, S, G2, M), но отсутствующий в покоящихся клетках (G0). Иммуноцитохимическое выявление Ki-67 позволяет оценить пролиферативную активность клеток .

20. Какая система используется для редактирования генома в клетках млекопитающих?

- А) Рестрикционные эндонуклеазы
- В) CRISPR/Cas9
- С) ДНК-полимераза
- Д) Обратная транскриптаза

Правильный ответ: В

Пояснение: Система CRISPR/Cas9 представляет собой технологию редактирования генома, позволяющую вносить направленные изменения в последовательности ДНК с высокой точностью .

21. Для какой цели используется автоматизированная система визуализации клеточных культур (например, JuLI Stage)?

- А) Для автоматического подсчета колоний бактерий
- В) Для съемки клеточных культур в реальном времени с анализом пролиферации и миграции
- С) Для проведения электрофореза в автоматическом режиме
- Д) Для секвенирования ДНК

Правильный ответ: В

Пояснение: Системы визуализации клеточных культур позволяют проводить непрерывную съемку клеток в инкубаторе, отслеживать рост, миграцию и морфологические изменения в режиме реального времени .

22. Какой метод позволяет оценить формирование активных форм кислорода (АФК) в клетках?

- А) Окраска дихлорфлуоресцеином (DCF-DA)
- В) Окраска йодистым пропидием
- С) Окраска трипановым синим
- Д) МТТ-тест

Правильный ответ: А

Пояснение: Краситель DCF-DA проникает в клетки и окисляется активными формами кислорода с образованием флуоресцирующего продукта, что позволяет оценить уровень окислительного стресса методом проточной цитометрии или флуоресцентной микроскопии.

23. Какой метод используется для изучения ионных токов через одиночные каналы в клеточной мембране?

- А) Вестерн-блоттинг
- В) Пэтч-кламп (patch-clamp) в конфигурации whole-cell
- С) Иммуноцитохимия на ионные каналы
- Д) Проточная цитометрия с потенциал-чувствительными красителями

Правильный ответ: В

Пояснение: Метод пэтч-кламп (локальная фиксация потенциала) позволяет регистрировать ионные токи через мембрану клетки или отдельные ионные каналы, что важно для изучения электрофизиологических свойств клеток .

24. Для каких целей используется система полусухого блоттинга в молекулярно-клеточных исследованиях?

- А) Для разделения белков по размеру
- В) Для переноса белков из геля на мембрану после электрофореза
- С) Для амплификации ДНК
- Д) Для культивирования клеток

Правильный ответ: В

Пояснение: Системы полусухого или влажного блоттинга используются для переноса белков, разделенных электрофорезом в полиакриламидном геле, на мембрану для последующей иммунодетекции .

25. Какой метод позволяет определить, является ли вещество ингибитором фермента поли(АДФ-рибоза)-полимеразы (ПАРП)?

- А) МТТ-тест
- В) Анализ активности ПАРП на пермеабилizованных клетках
- С) Проточная цитометрия с Annexin V
- Д) Окраска трипановым синим

Правильный ответ: В

Пояснение: Метод тестирования ПАРП-ингибиторов включает пермеабилizацию клеток, обработку ДНК-повреждающими агентами и количественный анализ продуктов поли(АДФ-рибозил)ирования с использованием меченого субстрата (НАД+) .

26. Какой метод позволяет оценить фагоцитарную активность макрофагов?

- A) МТТ-тест
- B) НСТ-тест (нитросиний тетразолий)
- C) Окраска гематоксилином
- D) Вестерн-блоттинг на CD68

Правильный ответ: В

Пояснение: НСТ-тест основан на восстановлении желтого нитросинего тетразолия в нерастворимый формазан под действием супероксидных анионов, образующихся в фагоцитах при активации дыхательной вспышки, что позволяет оценить функциональную активность клеток .

27. Какой краситель используется для выявления фрагментации ДНК в апоптотических клетках?

- A) DAPI
- B) Йодистый пропиций
- C) TUNEL-метка
- D) Акридиновый оранжевый

Правильный ответ: С

Пояснение: TUNEL-метод (Terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling) выявляет фрагментированную ДНК в апоптотических клетках путем присоединения меченых нуклеотидов к свободным 3'-ОН концам ДНК .

28. Для какой цели используется гель-документирующая система ChemiDoc?

- A) Для культивирования клеток
- B) Для визуализации и документирования результатов электрофореза и блоттинга
- C) Для проведения ПЦР
- D) Для подсчета клеток

Правильный ответ: В

Пояснение: Гель-документирующие системы предназначены для регистрации изображений гелей после электрофореза (окрашенных красителями или с флуоресцентными метками) и мембран после вестерн-блоттинга (хемилюминесценция, флуоресценция) .

29. Какой метод позволяет оценить изменение внутриклеточной концентрации ионов кальция в живых клетках?

- A) Иммуноцитохимия на кальмодулин
- B) Использование флуоресцентных красителей (Fura-2, Fluo-4)
- C) Вестерн-блоттинг на кальциевые каналы
- D) МТТ-тест

Правильный ответ: В

Пояснение: Флуоресцентные кальциевые красители (Fura-2, Fluo-4, Indo-1) проникают в клетки и изменяют свои флуоресцентные свойства при связывании с ионами Ca^{2+} , что позволяет в реальном времени отслеживать динамику внутриклеточного кальция методом флуоресцентной микроскопии или спектрофлуориметрии .

30. Какой метод является "золотым стандартом" для исследования трехмерной структуры тканей и клеток?

- A) Световая микроскопия
- B) Конфокальная микроскопия

С) Микро-компьютерная томография (микро-КТ)

Д) Проточная цитометрия

Правильный ответ: С

Пояснение: Микро-компьютерная томография позволяет получать трехмерные изображения тканей и клеток с высоким разрешением без разрушения образца, что используется для визуализации процессов инвазии и метастазирования.

Ключ к тестовым заданиям

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1	В	7	В	13	А	19	В	25	В
2	В	8	В	14	С	20	В	26	В
3	С	9	В	15	В	21	В	27	С
4	В	10	С	16	С	22	А	28	В
5	А	11	В	17	В	23	В	29	В
6	В	12	С	18	В	24	В	30	С

8.3. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету 3 семестр

Раздел 1. Методы культивирования клеток и работы с клеточными культурами

1. Опишите базовые правила асептики и антисептики при работе с клеточными культурами. Какое оборудование (ламинарный бокс, СО₂-инкубатор) обеспечивает стерильные условия культивирования?
2. Охарактеризуйте методы оценки жизнеспособности клеток: принцип метода исключения красителя (трипановый синий), преимущества и ограничения метода.
3. Сравните методы определения жизнеспособности клеток: МТТ-тест (оценка метаболической активности) и окраска трипановым синим (оценка целостности мембраны). В каких случаях предпочтительнее использовать каждый из них?
4. Опишите протокол подсчета клеток в камере Горяева с использованием трипанового синего. Как рассчитать общее количество клеток и процент жизнеспособности?
5. Какие автоматические счетчики клеток используются в современной лабораторной практике? Каков принцип их работы и преимущества перед ручным подсчетом?
6. Охарактеризуйте линию клеток СНО-K1: происхождение, морфология, особенности культивирования и типичные области применения в физиологических исследованиях.

7. Какие методы используются для криоконсервации и размораживания клеточных линий? Какие криопротекторы применяются и почему?
8. Опишите метод скретч-теста (тест на заживление "царапины") для оценки миграционной активности клеток *in vitro*. Как анализируются результаты?

Раздел 2. Методы микроскопии и визуализации клеточных структур

9. Сравните принципы световой, флуоресцентной и конфокальной микроскопии. Каково разрешение каждого метода и для каких задач они оптимальны?
10. Опишите принцип работы трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ). Какие клеточные структуры можно визуализировать с ее помощью и с каким разрешением?
11. Как приготовить временный препарат для световой микроскопии (например, буккальный эпителий)? Какие красители используются для прижизненного окрашивания?
12. Что такое иммуноцитохимия (ИЦХ)? Опишите прямой и непрямой методы детекции белков в клетках. Какие системы детекции (хромогены, флуорохромы) используются?
13. Как проводится иммунофлуоресцентное окрашивание элементов цитоскелета (микротрубочек, актиновых филаментов)? Опишите протокол фиксации, пермеабиллизации и инкубации с антителами.
14. Какие флуоресцентные красители используются для визуализации ядра (DAPI, Hoechst 33342)? Каков механизм их связывания с ДНК?
15. Опишите метод TUNEL для выявления фрагментации ДНК в апоптотических клетках. Каков принцип метода и как оцениваются результаты?

Раздел 3. Методы проточной цитометрии

16. Опишите принцип работы проточного цитофлуориметра. Какие параметры клеток (прямое и боковое светорассеяние, флуоресценция) можно измерять?
17. Как проводится иммунофенотипирование клеток крови методом проточной цитометрии? Что такое кластеры дифференцировки (CD-антигены) и как они используются для идентификации субпопуляций лимфоцитов?
18. Опишите протокол подготовки образца цельной крови для иммунофенотипирования (инкубация с антителами, лизис эритроцитов, фиксация).
19. Как проводится анализ клеточного цикла методом проточной цитометрии с окраской йодистым пропидием? Как интерпретировать гистограммы распределения клеток по фазам цикла (G_0/G_1 , S, G_2/M)?
20. Какие методы используются для детекции апоптоза методом проточной цитометрии? Охарактеризуйте метод с Annexin V и йодистым пропидием: принцип, интерпретация результатов (ранний и поздний апоптоз, некроз).
21. Как оценить функциональное состояние митохондрий с использованием потенциал-чувствительных красителей (JC-1, TMRM)? Каков принцип метода и что означает изменение мембранного потенциала ($\Delta\Psi_m$)?
22. Опишите метод оценки образования активных форм кислорода (АФК) с использованием красителя DCF-DA. Каков принцип метода?

Раздел 4. Биохимические и молекулярно-биологические методы

23. Опишите принцип метода дифференциального центрифугирования для выделения клеточных органелл. Какие маркерные ферменты используются для идентификации ядерной, митохондриальной и микросомальной фракций?
24. Каков принцип твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА, сэндвич-метод)? Как строится калибровочный график и рассчитывается концентрация исследуемого белка (например, цитокина)?
25. Опишите метод вестерн-блоттинга (иммуноблоттинга): этапы (электрофорез в ПААГ, перенос на мембрану, иммунодетекция). Для решения каких задач используется этот метод?
26. Как проводится экстракция РНК из культивируемых клеток? Какие требования предъявляются к качеству выделенной РНК?
27. Опишите метод ПЦР в реальном времени с обратной транскрипцией (RT-qPCR) для анализа экспрессии генов. Что такое пороговый цикл (Ct) и как рассчитывается относительный уровень экспрессии?
28. Какие методы используются для изучения белок-белковых взаимодействий? Опишите принцип FRET (флуоресцентный резонансный перенос энергии).
29. Опишите принцип метода пэтч-кламп (patch-clamp) в конфигурации whole-cell. Для изучения каких процессов (ионные каналы, потенциал действия) он применяется?
30. Какие методы используются для изучения слипания мембран (мембранного фьюжн)? Опишите электрохимические платформы на основе бислойных липидных мембран (BLM).

Раздел 5. Специализированные методы и анализ данных

31. Какие базы данных (NCBI, UniProt, KEGG) используются в клеточной биологии для поиска информации о генах, белках и сигнальных путях?
32. Что такое секвенирование единичных клеток (scRNA-seq) и какие задачи оно позволяет решать (гетерогенность клеток, идентификация редких популяций)?
33. Как визуализируются данные scRNA-seq с помощью t-SNE и UMAP-графиков? Что такое кластеризация клеток и маркерные гены?
34. Опишите принцип работы системы редактирования генома CRISPR/Cas9. Как эта технология применяется для моделирования патологических процессов в клетках?
35. Какие методы используются для оценки цитотоксичности лекарственных веществ в скрининговых исследованиях на культивируемых клетках человека?
36. Охарактеризуйте метод микро-компьютерной томографии (микро-КТ) для исследования трехмерной структуры тканей и клеток. В каких исследованиях этот метод является "золотым стандартом"?
37. Как проводится цитохимическое выявление активности ферментов (например, кислой фосфатазы) в клетках? Каков принцип метода и как оцениваются результаты?
38. Опишите метод иммуноцитохимической детекции онкомаркеров (Ki-67, p53). Как подсчитывается процент позитивных клеток и каково диагностическое значение этих маркеров?
39. Какие методы используются для оценки фагоцитарной активности макрофагов? Опишите принцип НСТ-теста.
40. Как проводится анализ внутриклеточной концентрации ионов кальция с использованием флуоресцентных красителей (Fura-2, Fluo-4)? Каков принцип метода?

Темы рефератов.

Раздел 1. Методы визуализации и микроскопии

1. **Современные методы флуоресцентной микроскопии сверхвысокого разрешения (STED, STORM, PALM):** физические принципы, сравнение разрешающей способности, применение для изучения ультраструктуры клетки.
2. **Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия в клеточной биологии:** принципы получения оптических срезов, 3D-реконструкция, анализ колокализации белков.
3. **Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) в исследовании поверхности клеток и надклеточных структур:** пробоподготовка, визуализация межклеточных контактов и матрикса.
4. **Трансмиссионная электронная микроскопия (ТЭМ) как "золотой стандарт" изучения ультраструктуры органелл:** методы контрастирования, идентификация патологических изменений (набухание митохондрий, вакуолизация ЭПС).
5. **Живая клеточная визуализация:** оборудование для длительного наблюдения за клетками в инкубаторе, анализ пролиферации, миграции и морфогенеза в реальном времени.

Раздел 2. Методы проточной цитометрии и сортинга

6. **Мультицветная проточная цитометрия в иммунофенотипировании клеток:** принципы подбора флуорохромов, компенсации спектров, анализ субпопуляций лимфоцитов (Th, Tc, Treg, B-клетки).
7. **Проточная цитометрия в анализе клеточного цикла и плоидности:** протоколы окраски ДНК, деконволюция гистограмм (модели Dean-Jett-Fox, Watson), анализ анеуплоидии в опухолевых клетках.
8. **Сортинг клеток (FACS):** принципы работы сортера, стратегии гейтирования, применение для выделения редких популяций клеток (стволовые клетки, циркулирующие опухолевые клетки).
9. **Анализ апоптоза методом проточной цитометрии:** панели красителей (Annexin V, йодистый пропидий, красители $\Delta\Psi_m$), различение раннего и позднего апоптоза, некроза.
10. **Оценка функционального состояния митохондрий с помощью проточной цитометрии:** использование потенциал-чувствительных красителей (JC-1, TMRM, DiOC6), анализ продукции АФК (DCF-DA, MitoSOX Red).

Раздел 3. Биохимические и иммунохимические методы

11. **Иммуноферментный анализ (ИФА) в количественном определении биомолекул:** типы ИФА (прямой, непрямой, сэндвич, конкурентный), контроль качества, построение калибровочной кривой, расчет концентрации.
12. **Вестерн-блоттинг как метод идентификации и полуколичественного анализа белков:** подготовка лизатов, электрофорез в ПААГ, перенос на мембрану (полусухой и влажный блоттинг), иммунодетекция и хемилюминесценция.
13. **Иммуноцитохимия и иммуногистохимия в диагностике патологических процессов:** системы детекции (хромогены, флуорохромы), контроль специфичности, количественная оценка окрашивания (H-score, процент позитивных клеток).

14. **Коиммунопреципитация (Co-IP) в изучении белок-белковых взаимодействий:** дизайн эксперимента, выбор контрольных антител, анализ результатов методом вестерн-блоттинга.
15. **Методы изучения белок-лигандных взаимодействий:** поверхностный плазмонный резонанс (SPR), биотин-стрептавидиновая система, микротермофорез (MST).

Раздел 4. Методы работы с клеточными культурами

16. **Технологии 3D-культивирования клеток:** сфероиды, органоиды, гидрогели. Аппаратура для культивирования и анализа 3D-структур.
17. **Методы оценки цитотоксичности in vitro:** МТТ-тест, LDH-тест, анализ высвобождения кальцеина. Выбор метода для скрининга лекарственных веществ.
18. **Моделирование ишемического и оксидативного стресса в клеточных культурах:** использование газовых камер (гипоксия), химических индукторов (перекись водорода, антимидин А), методы оценки повреждения.
19. **Методы изучения миграции и инвазии клеток in vitro:** скретч-тест, камеры Бойдена (трансвелл-системы), анализ ориентации клеток в электрическом поле.
20. **Методы оценки ангиогенеза in vitro:** формирование трубочек эндотелиальными клетками на Матригеле, пролиферация и миграция эндотелия.

Раздел 5. Молекулярно-генетические и биоинформатические методы

21. **ПЦР в реальном времени (RT-qPCR) в анализе экспрессии генов:** дизайн праймеров, выбор референсных генов, методы относительной и абсолютной квантификации (метод 2- $\Delta\Delta C_t$).
22. **Технология CRISPR/Cas9 в моделировании наследственных заболеваний:** дизайн направляющих РНК, доставка компонентов системы в клетку, верификация нокаута/нокдауна гена.
23. **Секвенирование нового поколения (NGS) в исследовании генома и транскриптома клеток:** типы NGS (WGS, WES, RNA-seq), подготовка библиотек, базовые принципы биоинформатического анализа.
24. **Секвенирование единичных клеток (scRNA-seq) как инструмент изучения клеточной гетерогенности:** протоколы (10x Genomics, SMART-seq2), анализ данных (кластеризация, t-SNE/UMAP, выявление маркерных генов).
25. **Базы данных в клеточной биологии:** работа с NCBI (Gene, PubMed), UniProt, KEGG PATHWAY, Human Protein Atlas. Поиск информации о генах, белках и сигнальных путях.

Раздел 6. Частные методики и аппаратные комплексы

26. **Пэтч-кламп (patch-clamp) в исследовании ионных каналов:** конфигурации метода (cell-attached, whole-cell, inside-out), анализ кинетики одиночных каналов и потенциалов действия.
27. **Микро-компьютерная томография (микро-КТ) в биомедицинских исследованиях:** принципы метода, контрастирование тканей, анализ морфологии и инвазии опухолей.
28. **Электрохимические методы оценки мембранного транспорта:** использование бислойных липидных мембран (BLM) для изучения проницаемости и слипания мембран.

29. **Методы оценки адгезии клеток:** проточная камера, центрифужный тест, атомно-силовая микроскопия (АСМ) для измерения сил адгезии.
30. **Автоматизация в клеточной биологии:** использование роботизированных станций для высокопроизводительного скрининга (HTS), автоматические счетчики клеток, системы культурального мониторинга.

Методические рекомендации по написанию рефератов (докладов)

Реферат (доклад) – самостоятельная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Реферат должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

Для разработки реферата необходимо тщательно проработать не менее 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При этом выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и иные точки зрения, т.е. материал для полемики.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Критерии оценки реферата

оценка «отлично» выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению;

оценка «хорошо» выставляется студенту, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; во время защиты отсутствует вывод;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен.

8.6. Примерная тематика презентаций

Раздел 1. Микроскопия и визуализация клеточных структур

1. **Сравнительный анализ методов световой и флуоресцентной микроскопии в изучении клеток:** подготовка препаратов, выбор красителей, получение изображений, анализ артефактов.
2. **Конфокальная микроскопия как инструмент изучения локализации белков:** принципы получения оптических срезов, 3D-реконструкция клеточных структур, анализ колокализации на примере цитоскелета и ядра.
3. **Электронная микроскопия в диагностике патологии клетки:** сравнительный анализ ультраструктуры митохондрий, ЭПС и ядра в норме и при гипоксии/ишемии (на основе готовых электронограмм).
4. **Методы прижизненной визуализации клеток:** оборудование для лонгитюдных исследований (системы типа JuLI, IncuCyte), анализ пролиферации и миграции в реальном времени.
5. **Иммуноцитохимическая детекция онкомаркеров:** от фиксации клеток до микроскопии. Разбор панели антител (Ki-67, p53, PCNA) и оценка результатов окрашивания.

Раздел 2. Проточная цитометрия и клеточный сортинг

6. **Основы проточной цитометрии:** устройство прибора, гидродинамическая фокусировка, системы детекции, анализ параметров прямого и бокового светорассеяния (FSC/SSC).
7. **Имунофенотипирование лимфоцитов методом проточной цитометрии:** подбор панели моноклональных антител, стратегия гейтирования, анализ субпопуляций ($CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, $CD19^+$) в норме и при иммунодефицитах.
8. **Анализ клеточного цикла с окраской йодистым пропидием:** подготовка образцов, дезагрегация ядер, деконволюция гистограмм, выявление блоков пролиферации и анэуплоидии.
9. **Детекция апоптоза методом проточной цитометрии:** двойное окрашивание Annexin V-FITC/PI, различение раннего, позднего апоптоза и некроза, анализ изменения митохондриального потенциала (JC-1).
10. **Оценка оксидативного стресса в клетках методом проточной цитометрии:** использование красителей DCF-DA (общие АФК) и MitoSOX Red (супероксид в митохондриях), анализ на моделях окислительного повреждения.
11. **Принципы и применение клеточного сортирования (FACS):** устройство сортера, процесс каплеобразования и отклонения капель, стратегии обогащения редких популяций клеток.

Раздел 3. Биохимические методы анализа

12. **Иммуноферментный анализ (ИФА) в количественном определении цитокинов:** протокол постановки сэндвич-ИФА, построение калибровочной кривой, расчет концентрации (на примере ФНО- α или IL-6).
13. **Вестерн-блоттинг: от клеточного лизата до хемилюминесцентного изображения:** этапы пробоподготовки, электрофореза, блоттинга и иммунодетекции, анализ полученных блотов.
14. **Методы оценки цитотоксичности in vitro:** сравнительный анализ МТТ-теста, LDH-теста и окраски трипановым синим на примере действия химического токсина.
15. **Коиммунопреципитация (Co-IP) как метод изучения белок-белковых взаимодействий:** дизайн эксперимента, контроль специфичности, анализ результатов методом вестерн-блоттинга.

Раздел 4. Методы культивирования клеток

16. **Техника работы с клеточными культурами:** организация рабочего места в ламинарном боксе, правила асептики, пассирование клеток, подсчет жизнеспособности с трипановым синим.
17. **Методы создания 3D-культур (сфероиды, органоиды):** протоколы культивирования, методы анализа (микроскопия, гистология), применение для тестирования лекарств.
18. **Моделирование ишемического повреждения in vitro:** использование гипоксической камеры и химических индукторов (NaN_3 , 2-ДОГ), оценка повреждения клеток (МТТ, LDH, окраска Hoechst).
19. **Изучение миграции клеток in vitro:** постановка скретч-теста, анализ закрытия монослоя, использование камер Бойдена для оценки хемотаксиса.
20. **Методы оценки ангиогенеза in vitro:** формирование капилляроподобных структур эндотелиальными клетками на Матригеле, количественный анализ ветвления.

Раздел 5. Молекулярно-генетические и биоинформатические методы

21. **ПЦР в реальном времени (RT-qPCR) в анализе экспрессии генов:** дизайн эксперимента, выбор референсных генов, анализ кривых плавления, расчет относительной экспрессии методом $\Delta\Delta\text{Ct}$.
22. **Технология CRISPR/Cas9 в клеточной инженерии:** дизайн направляющих РНК, методы доставки в клетку (липофекция, электропорация), верификация нокаута гена.
23. **Секвенирование единичных клеток (scRNA-seq):** протоколы приготовления библиотек, анализ данных (кластеризация, t-SNE/UMAP), выявление гетерогенности клеточных популяций.
24. **Работа с базами данных в клеточной биологии:** поиск информации о генах и белках в NCBI и UniProt, анализ сигнальных путей в KEGG PATHWAY (на примере p53 или апоптоза).
25. **Генная терапия и дизайн векторов:** принципы создания вирусных и невирусных векторов, контроль эффективности трансфекции/трансдукции, оценка экспрессии целевого гена.

Раздел 6. Специализированные аппаратные методы

26. **Пэтч-кламп в исследовании ионных каналов:** конфигурации метода (cell-attached, whole-cell), регистрация потенциалов действия и ионных токов (на примере нейронов или кардиомиоцитов).
27. **Микро-компьютерная томография (микро-КТ) в биологии:** принципы метода, контрастирование биологических тканей, 3D-реконструкция и анализ морфологии органов и опухолей.
28. **Атомно-силовая микроскопия (АСМ) в изучении клеток:** измерение механических свойств (жесткости, упругости), картирование поверхности клеток, анализ адгезионных взаимодействий.
29. **Методы оценки межклеточной коммуникации:** изучение переноса молекул через щелевые контакты (красители Lucifer Yellow), анализ экзосом и микровезикул (NTA, проточная цитометрия).
30. **Автоматизация высокопроизводительного скрининга (HTS):** роботизированные станции, 384-луночные планшеты, автоматическая микроскопия, анализ больших массивов данных.

Методические рекомендации по созданию презентации

1. Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Однако полезно использовать шаблоны для оформления и подготовки компьютерной презентации.
2. Слайды не рекомендуется перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. Наиболее важный материал необходимо выделить.
3. Цифровой материал, плохо воспринимаемый со слайдов, лучше представить в виде графиков и диаграмм.
4. Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации.
5. Необходимо соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.
6. Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.
7. Главные выводы по материалу презентации целесообразно поместить на отдельном слайде

Критерии оценивания презентаций:

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 5 баллов, из них:

Наименование критерия	Критерии оценивания			
	5	4	3	2
Содержание презентации	Четко сформулирована цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны	Сформулирована цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Сформулирована цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на	Не сформулирована цель и тема. Проблема не решена.

	ссылки на используемые ресурсы.		используемые ресурсы.	
Дизайн презентации	Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.	Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.	Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используется.	Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.
Представление презентации	Автор хорошо владеет материалом по теме. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература	Автор владеет материалом по теме, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.	Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература.	Представлены искаженные данные

Критерии оценивания самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания
1.	Составление опорного конспекта	- 2 балла выставляется студенту, если конспект содержателен и соответствует разработанному плану; в конспекте полностью отражены основные положения и результаты работы автора; студент излагает мысли своими словами в ясной и лаконичной форме; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и графическое выделение особо значимой информации; самостоятельно сформулировано резюме по прочитанному и законспектированному материалу; - 1,5 балла выставляется студенту, если конспект достаточно содержателен и соответствует плану; в конспекте достаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами,

		заимствованными из первоисточника; соответствие оформления конспекта требованиям; наличие схем и графическое выделение особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу составлено с помощью преподавателя; - 1 балл выставляется студенту, если конспект недостаточно содержателен и частично соответствует плану; в конспекте недостаточно полно отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, заимствованными из первоисточника; не полное соответствие оформления конспекта требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует; - 0 баллов выставляется студенту, если конспект не содержателен и не соответствует плану; в конспекте не отражены основные положения и результаты работы автора; конспект составлен словами, полностью заимствованными из первоисточника; оформление конспекта не соответствует требованиям; отсутствие в конспекте схем и графического выделения особо значимой информации; резюме по прочитанному и законспектированному материалу отсутствует.
2.	Составление схемы	- 3 балла выставляется студенту, если содержание схемы полностью соответствует содержанию темы; структура логична; правильный отбор информации; наличие обобщающего характера изложения информации; - 1-2 балла выставляется студенту, если содержание схемы не в полной мере раскрывает содержание темы; изучаемый материал проработан фрагментарно; отсутствует обобщающий характер изложения информации; - 0 баллов выставляется студенту, если содержание схемы не раскрывает содержание темы; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; отсутствует обобщающий характер изложения информации.
3.	Анализ ситуаций	- 2 балла выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; - 1 балл выставляется студенту, если проводится комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога; - 0 баллов выставляется студенту, если происходит неверная оценка ситуации; неправильно выбрана тактика действий.

4.	Подготовка информационного сообщения	- 3 балла выставляется студенту, если содержание сообщения полностью соответствует освещаемому вопросу; сообщение отличается глубиной проработки изучаемого материала; выделены основные понятия; в текст сообщения введены дополнительные данные, характеризующие объект изучения; точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы; сообщение отличается грамотностью и полнотой использования источников; наличие элементов наглядности; - 2 балла выставляется студенту, если содержание сообщения соответствует освещаемому вопросу; выделены основные понятия; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать обоснованные выводы при наличии несущественных недочетов; сообщение отражает полноту использования источников; наличие элементов наглядности; - 1 балл выставляется студенту, если содержание сообщения частично соответствует освещаемому вопросу; использование необходимой научной терминологии; стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопрос; умение делать выводы при наличии исправленных с помощью преподавателя недочетов; элементы наглядности отсутствуют; сообщение не отражает полноту использования источников; - 0 баллов выставляется студенту, если содержание сообщения не соответствует освещаемому вопросу; демонстрируется фрагментарный объем знаний в рамках освещаемого вопроса; неверное использование научной терминологии, нарушение в стилистическом и логическом изложении ответа на вопрос; выводы излагаются с существенными ошибками.
----	--------------------------------------	---

Критерии оценки устного и/или письменного ответа на практическом занятии

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет **5 баллов**, из них:

Оценка	Критерии оценки устного и/или письменного ответа на практическом занятии
«5»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
«4»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на

	уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ не структурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
«3»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия.
«2»	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ не структурирован, информация трудна для восприятия.

Критерии и шкала оценивания устного ответа обучающегося на экзамене (зачете)

Максимальное количество баллов на зачете – 30, из них:

1. Ответ на первый вопрос – 10 баллов.
2. Ответ на второй вопрос – 10 баллов.
3. Ответ на третий вопрос – 10 баллов.

Расчет итоговой рейтинговой оценки

До 50 баллов	«неудовлетворительно» / «не зачтено»
От 50 до 70 баллов	«удовлетворительно» / «зачтено»
От 71 до 85 баллов	«хорошо» / «зачтено»
От 86 до 100 баллов	«отлично» / «зачтено»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. – 5-е изд. – Москва : Юрайт, 2025. – 422 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13468-1. – Текст : непосредственный. – URL: <https://urait.ru/bcode/565300>

2. Сахаров, А. В. Патология клетки : учебно-методическое пособие / А. В. Сахаров, А. А. Макеев, В. И. Бырдина, В. Е. Ушкова ; Новосибирский государственный педагогический университет. – Новосибирск : НГПУ, 2025. – 100 с. – ISBN 978-5-00226-284-7. URL: <https://lib.nspu.ru/views/library/108374/read.php>

б) дополнительная литература:

3. Калашникова, Е. А. Культура тканей и клеток растений. Практикум : учебное пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян, М. Ю. Чередниченко, С. М. Зайцева. – Москва : КноРус, 2025. – 160 с. – ISBN 978-5-406-14136-6. – Текст : непосредственный.

4. Токмакова, А. С. Микроскопические методы исследования биологических объектов : учебное пособие / А. С. Токмакова, А. А. Цитрина ; под общей редакцией Г. Л. Атаева ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. –

в) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

Название базы данных (пакета), производитель, ЭБС	Платформа и (или) адрес в сети	Реквизиты и срок действия документа,	Правообладатель	Количество ключей (пользователей)
«Университетская библиотека Online» Базовая коллекция	https://biblioclub.ru Требуется регистрация.	Договор № 571-12/2025 от 12.01.2027 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «НексМедиа»	Без ограничения количества пользователей
Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03. 2025 г. С 14.04.2025 г.- 20.04.2026 г.	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Ресурс открытого доступа	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей

«Юрайт» - Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки. - ЦУМК по федеральному проекту «Кадры цифровой экономики» для	«Юрайт» https://urait.ru/info/courses?utm_source=m_campaign Требуется регистрация.	Договор № 6237 от 05.12.2023 г. С 31.12.2023 - 31.12.2026 г.	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
Универсальная база данных East View - полнотекстовый доступ к научным журналам	https://dlib.eastview.com Логин: Khetagurov. Пароль: Khetagurov	№210-П от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «ИВИС»	Без ограничения количества пользователей
Вся биология. Современная биология, статьи, новости. библиотека	https://sbio.info			

г) рекомендуемые периодические издания

1. Журнал «Фармация».
2. Журнал «Новая аптека»
3. Журнал «Новости GMP».
4. Газета «Фармацевтический вестник»

д) состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
3.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
4.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
5.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
6.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
7.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
8.	Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)	№КИС-1965-2025 от 12.01.2026	Россия
9.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия

10.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ SBR003-250010357500001 от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат»	Россия
11.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
12.	Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
13.	1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия	№9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
14.	Планы	№2191-24, от 09.01.2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС	Россия
15.	ПО Лаборатории ММИС (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.)	№2435-24 от 04.03.2025 ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич	Россия
17.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022	Россия
18.	MOODLE	Бесплатное	-
19.	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
20.	РусГард	Бесплатное	Россия
21.	Система веб-конференций (bigbluebutton)	Бесплатное	-
22.	Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия
23.	Средства криптографической защиты (ViPNet)	№0000-000008 от 17.01.2025 ООО Экспресс-линк	Россия
24.	Средства криптографической защиты (Континент TLS)	№25/08/22 СЛ от 04.09.2025 ООО СКБ-Сервис	Россия
25.	Kaspersky Endpoint Security	№ СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт	Россия

БАЗЫ ДАННЫХ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ
(для рабочих программ дисциплин на 2026-2027 уч.г.)

Область знаний	Профессиональные базы данных и образовательные ресурсы Интернет	Ссылка
Безопасность жизнедеятельности	База данных Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека	http://www.rospotrebnadzor.ru
	ОБЖ.ру – учебные материалы, авторские программы, методические пособия, нормативные документы, статьи и публикации как для обучающихся и педагогов, так и для родителей и всех кто интересуется проблемами безопасности жизнедеятельности.	https://yspu.org/Безопасность_жизнедеятельности
	Сайт Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы	http://www.maneb.ru
	Сайт МЧС России	https://www.mchs.gov.ru
	Федеральный образовательный портал по Основам безопасности жизнедеятельности	http://www.obzh.ru
Биология и биотехнологии, анатомия и физиология	Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека	https://sbio.info
	База знаний по биологии человека. Разделы: физиология, клеточная биология, генетика, старение организма, эндокринология, биохимия, репродукция и развитие, иммунология, биотехнологии	https://humbio.ru/
	База данных. Определитель растений	https://www.plantarium.ru
	База данных. ZooInt – зоологическая интегрированная информационно-поисковая система	http://www.zin.ru/projects/zooint_r/
	Красная книга России	http://www.biodat.ru/db/rb/
	BioDat – портал научной, статистической и популярно	https://biodat.ru/

	изложенной информацией по широкому кругу проблем экологии и социально-экономического развития. Архивы с документами и информационными материалами; полнотекстовые справочники и учебные пособия; тематический каталог ресурсов; карты, диаграммы, рисунки в компактных графических файлах; электронные версии изданных монографий, книг, брошюр; карты, генерируемые on-line из баз данных. На BioDat действует 10 интерактивных систем для общения, совместной работы и дополнения.	
Универсальные ресурсы	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/
	«Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия»	https://megabook.ru
	Российская государственная библиотека	https://www.rsl.ru/
	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	https://www.gpntb.ru/
	Библиотека Российской академии наук	https://rasl.ru/
	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	https://www.benran.ru/
	Фундаментальная библиотека ИНИОН РАН	https://inion.ru/ru/library/
	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М. И. Рудомино, г. Москва	https://libfl.ru/
	Государственная публичная историческая библиотека, г. Москва	https://www.shpl.ru/
	Российская государственная библиотека искусств. г. Москва	https://liart.ru/ru/
	Научная библиотека Московского государственного университета (МГУ) им. М.В.Ломоносова	https://nbmgu.ru/

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО).

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky free (свободное ПО)

Лаборатория физиологии растений: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome;

Kaspersky free (свободное ПО); микроскоп «Микромед 1Вар.2-25»; бинокляр «БМ-51-2»; объектив-насадка 0,5X; объектив-насадка 2X; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80

СПУ; весы аналитические, весы аптечные, спектроскоп, холодильник «Индезит»; баня водяная с плиткой; плитка электрическая SUPRA HS-110; авторский гербарий; коллекция семян; коллекция семян; коллекция шишек.

Помещение для самостоятельной работы студентов: Зал электронных ресурсов Научной библиотеки СОГУ (корпус 6, кабинет № 1.8), укомплектован специализированной мебелью (рабочие места студентов), необходимыми техническими средствами обучения: компьютеры, принтер, возможность подключения к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Компьютерный класс: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска.

Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте, источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome;

Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Библиотека, в том числе читальный зал: столы, стулья; ПК обучающихся.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome;

Kaspersky free (свободное ПО); Консультант плюс. ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" <https://biblioclub.ru> ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> ЭБС

«Юрайт» www.biblio-online.ru

Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.