

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Институт ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии
Биотехнологии, биохимии и биофизики



УТВЕРЖДЕНО

Директор

Гнеуш А.Н.

Протокол от 27.04.2026 № 9

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная биотехнология

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Разработчики:

Доцент, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики
Губарева Е.А.

Ассистент, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики
Горун О.Л.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по сертификации и подтверждению соответствия", утвержден приказом Минтруда России от 16.09.2022 № 575н; "Специалист по качеству", утвержден приказом Минтруда России от 22.04.2021 № 276н; "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Биотехнологии, биохимии и биофизики	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Гнеуш А.Н.	Согласовано	20.04.2026, № 33
2		Руководитель образовательной программы	Мачнева Н.Л.	Согласовано	20.04.2026, № 33
3		Председатель методической комиссии/совета	Мачнева Н.Л.	Согласовано	24.04.2026, № 9

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по цитологическим методам исследования, используемым в биотехнологии растений, животных и микроорганизмов, а также умения применять эти методы в профессиональной деятельности на основе законов и закономерностей биологических, физических и химических наук.

Задачи изучения дисциплины:

- Сформировать представление о клеточной организации, обучить основам культивирования клеток и микроскопическим методам, а также развить навыки работы с клеточными культурами для решения прикладных задач биотехнологии.;
- Сформировать понимание физических основ работы микроскопических и аналитических приборов и научить использовать физико-химические методы анализа клеток в биотехнологических исследованиях.;
- Ознакомить с химическими основами цитохимических и гистохимических методов и сформировать навыки безопасной работы с реактивами и красителями при анализе клеточных компонентов..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

ОПК-1.1 Владеет и использует в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей биологических наук.

Знать:

ОПК-1.1/Зн1 Знать и использовать в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей биологических наук

Уметь:

ОПК-1.1/Ум1 Использовать в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей биологических наук

Владеть:

ОПК-1.1/Нв1 Способностью использовать в своей профессиональной деятельности знания законов и закономерностей биологических наук

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Цитологические методы в биотехнологии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период	удоемкость сы)	удоемкость ЭТ)	ая работа всего)	я контактная (часы)	ые занятия сы)	е занятия сы)	ие занятия сы)	пная работа сы)	ная аттестация сы)
--------	-------------------	-------------------	---------------------	------------------------	-------------------	------------------	-------------------	--------------------	-----------------------

обучения	Общая труд (час)	Общая труд (ЗЕ)	Контакт (часы)	Внеаудиторная работа	Лабораторная (час)	Лекционные (час)	Практические (час)	Самостоятельная (час)	Промежуточные (час)
Четвертый семестр	144	4	89	3	28	30	28	19	Экзамен (36)
Всего	144	4	89	3	28	30	28	19	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Основы цитологии и методы работы с клетками	13	1		5	4	3	ОПК-1.1
Тема 1.1. Предмет, задачи и значение цитологии в биотехнологии	3	1		1		1	
Тема 1.2. Строение и организация прокариотической и эукариотической клетки	5			2	2	1	
Тема 1.3. Методы получения, культивирования и поддержания клеточных культур	5			2	2	1	
Раздел 2. Микроскопические методы анализа клеток	29		14	6	6	3	ОПК-1.1
Тема 2.1. Световая и флуоресцентная микроскопия	9		4	2	2	1	
Тема 2.2. Электронная (ТЭМ, СЭМ) и конфокальная лазерная микроскопия	9		4	2	2	1	
Тема 2.3. Методы приготовления и окрашивания препаратов	11		6	2	2	1	
Раздел 3. Цито- и гистохимические методы исследования	19	1	4	5	6	3	ОПК-1.1
Тема 3.1. Принципы цитохимического анализа	9		4	2	2	1	
Тема 3.2. Выявление и локализация биомолекул (белки, ДНК, липиды)	5	1		1	2	1	

Тема 3.3. Методы метаболической маркировки и отслеживания соединений	5			2	2	1	
Раздел 4. Генетические манипуляции и модификация клеток	15			6	6	3	ОПК-1.1
Тема 4.1. Методы переноса генов: трансфекция, трансформация, трансдукция	5			2	2	1	
Тема 4.2. Векторные системы для доставки генетического материала	5			2	2	1	
Тема 4.3. Технологии генного редактирования (CRISPR/Cas) в клетках	5			2	2	1	
Раздел 5. Анализ и селекция клеток	24		10	5	6	3	ОПК-1.1
Тема 5.1. Проточная цитометрия и клеточная сортировка	10		6	1	2	1	
Тема 5.2. Методы оценки жизнеспособности, пролиферации и апоптоза	9		4	2	2	1	
Тема 5.3. Клеточная селекция, мутагенез и клональное микроразмножение	5			2	2	1	
Раздел 6. Прикладные аспекты клеточных технологий	8	1		3		4	ОПК-1.1
Тема 6.1. Использование клеточных линий для производства биопрепаратов	3			1		2	
Тема 6.2. Применение цитотехнологий в биоремедиации и экологии	2			1		1	
Тема 6.3. Этические и правовые нормы в работе с клеточными культурами	3	1		1		1	
Итого	108	3	28	30	28	19	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Основы цитологии и методы работы с клетками

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 5ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

Тема 1.1. Предмет, задачи и значение цитологии в биотехнологии

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

История цитологии, клеточная теория, связь с биотехнологией, методы исследования, микроскопия, клеточные культуры, биомедицина, фармакология, сельское хозяйство, генная инженерия, биоинженерия, нанотехнологии, диагностика, биопроизводство.

*Тема 1.2. Строение и организация прокариотической и эукариотической клетки
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Клеточная мембрана, ядро, цитоплазма, митохондрии, рибосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, лизосомы, хромосомы, ДНК, различия прокариот и эукариот, органеллы, цитоскелет, клеточная стенка, нуклеоид.

*Тема 1.3. Методы получения, культивирования и поддержания клеточных культур
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Первичные культуры, перевиваемые линии, пассаж клеток, трипсинизация, среды для культивирования, сыворотка, факторы роста, стерильный бокс, инкубатор CO₂, криоконсервация, жизнеспособность, контаминация, субкультивирование, монослой, суспензия.

Раздел 2. Микроскопические методы анализа клеток
(Лабораторные занятия - 14ч.; Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

*Тема 2.1. Световая и флуоресцентная микроскопия
(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Фазовый контраст, яркое поле, темное поле, флуоресцентные красители, антитела, иммунофлуоресценция, DAPI, фильтры, аутофлуоресценция, флуоресцентные белки (GFP), фотоблешинг, разрешающая способность, витальная микроскопия, фиксация клеток.

*Тема 2.2. Электронная (ТЭМ, СЭМ) и конфокальная лазерная микроскопия
(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Ультратонкие срезы, фиксация глутаральдегидом, напыление золотом, трехмерная реконструкция, высокое разрешение, лазер, пинхол, Z-секционирование, цифровая обработка изображений, сканирующий зонд, морфология поверхности, внутренняя ультраструктура.

*Тема 2.3. Методы приготовления и окрашивания препаратов
(Лабораторные занятия - 6ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Фиксация метанолом/этанолом, парафиновые срезы, криостат, гематоксилин, эозин, краситель Гимза, цитоспин, мазок крови, гистология, специфическое окрашивание, витальные красители, дифференциальное окрашивание, иммортализованные клетки.

Раздел 3. Цито- и гистохимические методы исследования
(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 5ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

*Тема 3.1. Принципы цитохимического анализа
(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)*

Специфичность реакции, ферментативная активность, образование осадка, качественный и количественный анализ, люминесценция, спектрофотометрия, контрольные опыты, иммобилизация субстрата, фиксаторы, сохранение активности ферментов, локализация продуктов реакции.

Тема 3.2. Выявление и локализация биомолекул (белки, ДНК, липиды)

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Иммуноцитохимия, гибридизация *in situ* (FISH), реакция Фельгена, окраска Суданом, антитела, мечение, детекция, флуоресцентные зонды, меченные нуклеотиды, микроРНК, иммуноблоттинг, протеомика, липидомика, цитоспектрофотометрия.

Тема 3.3. Методы метаболической маркировки и отслеживания соединений

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Меченые предшественники, радиоактивные изотопы, автордиография, тимидин, уридин, пульс-мечение, хейз-эксперимент, трекеры, флуоресцентные нуклеотиды, биоортогональная химия, click-реакции, отслеживание синтеза ДНК/РНК/белка.

Раздел 4. Генетические манипуляции и модификация клеток

(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

Тема 4.1. Методы переноса генов: трансфекция, трансформация, трансдукция

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Липофекция, электропорация, кальций-фосфатный метод, вирусные векторы, бактериофаги, компетентные клетки, плазмиды, отбор по антибиотикам, эффективность трансфекции, стабильная/транзистентная экспрессия, ретровирусы, лентивирусы.

Тема 4.2. Векторные системы для доставки генетического материала

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Плазмиды, искусственные хромосомы (YAC, BAC), промоторы, гены-репортеры (Luc, GFP), сайты рестрикции, гены устойчивости, шаттл-векторы, системы экспрессии, сайт-специфическая рекомбинация, адено-ассоциированные вирусы (AAV), клонирование.

Тема 4.3. Технологии генного редактирования (CRISPR/Cas) в клетках

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Гидовая РНК (gRNA), нуклеаза Cas9, двунизовой разрыв ДНК, негомологичное соединение концов (NHEJ), гомологи-directed репарация (HDR), нокаут генов, нокин генов, доставка рибонуклеопротеиновых комплексов (RNP), офф-таргет эффекты, базовое редактирование.

Раздел 5. Анализ и селекция клеток

(Лабораторные занятия - 10ч.; Лекционные занятия - 5ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 3ч.)

Тема 5.1. Проточная цитометрия и клеточная сортировка

(Лабораторные занятия - 6ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Флуоресцентно-меченые антитела, лазерное возбуждение, детекторы, светорассеяние, сортировка клеток (FACS), анализ клеточного цикла, иммунофенотипирование, апоптоз, внутриклеточное окрашивание, данные многоцветного анализа, гейтирование, кластеризация.

Тема 5.2. Методы оценки жизнеспособности, пролиферации и апоптоза

(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

МТТ-тест, трипановый синий, анализ аннексина V/PI, каспазы, пропидий йодид, образование колоний, метаболическая активность, мембранный потенциал, хемилюминесценция, TUNEL-метод, анализ ДНК-лестницы, цитокинетика.

Тема 5.3. Клеточная селекция, мутагенез и клональное микроразмножение

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Селективные среды, отбор клонов, химический мутагенез, УФ-мутагенез, соматический эмбриогенез, органогенез, меристемное культивирование, получение безвирусных растений, соматическая изменчивость, биореакторы, культуры протопластов.

Раздел 6. Прикладные аспекты клеточных технологий

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)

Тема 6.1. Использование клеточных линий для производства биопрепаратов

(Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Гибридомы, моноклональные антитела, рекомбинантные белки, вакцины, клетки СНО, НЕК293, биореакторы, периодическое/проточное культивирование, нокаут сывороточного белка, метаболическая инженерия, нисходящая обработка, биопродуктивность.

Тема 6.2. Применение цитотехнологий в биоремедиации и экологии

(Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Биодеградация, ксенобиотики, тяжелые металлы, аккумуляция загрязнителей, биологические индикаторы, микробные консорциумы, фиторемедиация, иммобилизованные клетки, биосенсоры, мониторинг токсичности, очистка сточных вод, биопленки.

Тема 6.3. Этические и правовые нормы в работе с клеточными культурами

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 1ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Информированное согласие, работа с ГМО, биоэтика, биобезопасность, патентование клеточных линий, регуляторные требования (GMP, GLP), иммортализованные клетки, эмбриональные стволовые клетки, коммерциализация, конфиденциальность донора, международные протоколы.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы цитологии и методы работы с клетками

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. В цитологии определите соответствие между органеллой клетки и её функцией.

Лизосома - Энергетический обмен

Митохондрия - Хранение генетической информации

Ядро - Внутриклеточное переваривание

2. Расставьте правильный порядок этапов приготовления препарата для световой микроскопии:

Фиксация - 1

Окрашивание - 2

Приготовление среза - 3

Монтирование - 4

3. Определите в биотехнологии клеточных культур соответствие между типом культуры и её описанием.

Первичная - Живёт ограниченное число делений

Перевиваемая - Растёт неограниченно

Суспензионная - Клетки находятся в жидкой среде

4. Культуры клеток

Опишите различия между первичными и перевиваемыми культурами клеток, приведите

примеры их применения.

5. В цитологии какие методы можно использовать для оценки митотической активности клеток?

А. Подсчёт митотического индекса

Б. FISH

В. Проточная цитометрия с анализом ДНК

Г. ПЦР

Раздел 2. Микроскопические методы анализа клеток

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Сопоставьте в биофизике микроскопии метод исследования и его характерную особенность.

Флуоресцентная микроскопия - Использует лазерный скан

Конфокальная микроскопия - Основана на возбуждении красителей

Электронная микроскопия - Высокое разрешение за счёт электронного пучка

2. Микроскопия

В биофизике микроскопии объясните принцип работы конфокального микроскопа и его преимущества.

3. Цитологические методы

В физико-хим методах цитологии опишите принцип градиентного центрифугирования для выделения субклеточных структур.

4. В биофизике электрофореза ДНК какое явление лежит в основе визуализации фрагментов?

А. Осмос

Б. Флуоресценция

В. Фотоэффект

Г. Поляризация света

Раздел 3. Цито- и гистохимические методы исследования

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Определите в химии цитологических исследований, какой краситель связывается с каким клеточным компонентом.

Этидий бромид - Липиды

Акридиновый оранжевый - ДНК

Судан III - ДНК и РНК с разным свечением

2. Опишите в биохимии последовательность действий при определении концентрации ДНК методом спектрофотометрии:

Разведение образца - 1

Измерение при 260 нм - 2

Расчёт концентрации - 3

3. Химическая фиксация клеток

В химии фиксации клеток обоснуйте выбор фиксаторов для электронной микроскопии.

4. В химии фиксации клеток какие вещества применяются как фиксаторы?

А. Формальдегид

Б. Этидий бромид

В. Глутаральдегид

Г. Осмий тетраоксид

Раздел 4. Генетические манипуляции и модификация клеток

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. В микробиологии установите соответствие между микроорганизмом и его применением в цитотехнологиях.

Escherichia coli - Получение рекомбинантных белков

Agrobacterium tumefaciens - Генетическая трансформация растений

Saccharomyces cerevisiae - Продукция рекомбинантных ферментов

2. Моноклональные антитела

Опишите процесс получения моноклональных антител с использованием клеточных культур в биотехнологии.

3. Трансформация растений

В микробиологии трансформации растений объясните роль *Agrobacterium tumefaciens*.

4. В биотехнологии вакцин какие клеточные культуры используются для их производства?

А. Клетки Vero

Б. Клетки СНО

В. Клетки HeLa

Г. Эритроциты

Раздел 5. Анализ и селекция клеток

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Укажите правильную последовательность стадий митоза, изучаемых в биологии клеточного деления:

Метафаза - 1

Анафаза - 2

Профаза - 3

Телофаза - 4

2. Подберите в физико-хим методах цитологии соответствие между методом и его назначением.

Электрофорез белков - Разделение по заряду и массе

Проточная цитометрия - Сортировка клеток по флуоресценции

Спектрофотометрия - Измерение концентрации ДНК

3. Проточная цитометрия

В физике проточной цитометрии объясните принцип её работы.

4. Клональное размножение

Объясните преимущества клонального микроразмножения для получения безвирусного материала в растениеводстве.

Раздел 6. Прикладные аспекты клеточных технологий

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Определите в растениеводстве правильную последовательность этапов клонального микроразмножения растения:

Введение экспланта - 1

Индукция каллуса - 2

Регенерация побегов и корней - 3

Акклиматизация - 4

2. Биохимия окрашивания клеток

В биохимии окрашивания клеток опишите метод применения акридинового оранжевого для оценки жизнеспособности.

3. Метод FISH.

В биохимии гибридизации опишите принцип метода FISH.

4. В физико-хим методах оценки белка какие методы позволяют количественно измерить его содержание в клетках?

- А. Метод Брэдфорда
- Б. Спектрофотометрия при 280 нм
- В. Электронная микроскопия
- Г. Гель-фильтрация

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Четвертый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Предмет, задачи и роль цитологии в биотехнологии.
2. История развития цитологических методов.
3. Значение цитологических исследований для растениеводства, животноводства и медицины.
4. Основные различия в строении прокариотической и эукариотической клетки.
5. Строение и функции клеточной мембраны.
6. Роль цитоскелета в жизнедеятельности клетки.
7. Митохондрии и хлоропласты как полуавтономные органеллы.
8. Отличия первичных и перевиваемых клеточных культур.
9. Основные этапы выделения клеток из тканей.
10. Требования к асептическим условиям при работе с клеточными культурами.
11. Принцип работы светового микроскопа.
12. Флуоресцентная микроскопия и её применение в клеточных исследованиях.
13. Электронная микроскопия: различия между трансмиссионной и сканирующей.
14. Применение конфокальной лазерной микроскопии в биотехнологии.
15. Принципы цитохимического выявления нуклеиновых кислот.
16. Методы выявления белков в клетке.
17. Методы обнаружения липидов и их значение в диагностике.
18. Клональное микроразмножение растений: этапы и значение.
19. Применение клеточных культур животных в производстве биопрепаратов.

20. Клеточная селекция и получение мутантных линий.
21. Принципы трансфекции и трансформации клеток.
22. Роль векторов в переносе генов.
23. Применение CRISPR/Cas в клеточных исследованиях.
24. Принцип работы проточной цитометрии.
25. Флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) и её возможности.
26. Методы определения жизнеспособности клеток.
27. Подходы к выявлению апоптоза.
28. Использование клеточных технологий в производстве вакцин.
29. Роль клеточных культур в синтезе ферментов.
30. Применение клеток в биоремедиации загрязнённых территорий.
31. Физические основы работы флуоресцентного микроскопа.
32. Химические принципы действия красителей, связывающихся с ДНК.
33. Биофизические аспекты электрофореза клеточных белков.
34. Методы количественной оценки содержания нуклеиновых кислот в клетке.
35. Этические и правовые аспекты работы с клеточными культурами.
36. Морфофункциональные типы клеток эукариот.
37. Строение и функции ядра, ядрышка.
38. Рибосомы: строение и роль в биосинтезе белка.
39. Эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи: структура и функции.
40. Лизосомы и пероксисомы: сравнительная характеристика.
41. Современные методы изучения динамики органелл в живой клетке.
42. Межклеточные контакты и их значение в формировании тканей.
43. Пути и механизмы внутриклеточного транспорта.
44. Понятие о клеточных линиях и их паспортизации.

45. Питательные среды для культивирования клеток: состав, классификация, требования.
46. Криоконсервация клеток: принципы, методы, значение для биобанков.
47. Особенности культивирования 3D-клеточных культур (сфероидов, органоидов).
48. Методы детекции и борьбы с микоплазменной контаминацией клеточных культур.
49. Принципы и оборудование для культивирования клеток в биореакторах.
50. Получение и применение протопластов растений.
51. Принцип суперразрешающей микроскопии (STED, PALM/STORM).
52. Метод атомно-силовой микроскопии (AFM) и его применение в цитологии.
53. Принцип работы и применения микрокалориметрии для изучения метаболизма клеток.
54. Метод лазерной микродиссекции для выделения отдельных клеток или их частей.
55. Иммуноцитохимия: принципы и этапы проведения.
56. Метод вестерн-блоттинга для анализа белков клеточных линий.
57. Цитоспектрофотометрия: принцип и применение для количественного анализа.
58. Сравнительная характеристика методов трансфекции.
59. Получение и применение нокаутных клеточных линий.
60. Репортерные гены и их использование для изучения регуляции экспрессии.
61. Методы изучения экспрессии генов в отдельных клетках (single-cell RNA-seq).
62. Принцип и применение технологии РНК-интерференции (RNAi) в клеточных культурах.
63. Получение индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (iPSC).
64. Применение клеточных культур в скрининге лекарственных препаратов.
65. Получение моноклональных антител с использованием гибридомной технологии.
66. Клеточная инженерия для создания биосенсоров на основе клеток.
67. Тканевая инженерия: роль клеточных культур в создании искусственных тканей.

68. Использование клеточных моделей для изучения нейродегенеративных заболеваний.

69. Проблема старения клеточных культур (синдром Хейфлика) и способы её преодоления.

70. Тенденции и перспективы развития клеточных технологий в XXI веке.

71. Что такое клеточная синхронизация и для чего её применяют?

72. Каковы основные типы хроматина и как их различают цитологически?

73. Что такое аутофлуоресценция и как с ней борются?

74. Как работает метод FRET (Förster Resonance Energy Transfer) и для чего его применяют?

75. Что такое сфероиды и в чем их преимущество перед монослойными культурами?

76. Какие существуют методы детекции аутофагии в клетке?

77. Что такое клеточный паспорт и какие параметры он включает?

78. Как работает метод магнитной активированной сортировки клеток (MACS)?

79. Что такое органоиды и как их получают?

80. Каковы основные источники контаминации клеточных культур и их последствия?

81. Что такое ксенотрансплантация и какие клеточные модели для нее используются?

82. Как методы цитологии применяются в криминалистике?

83. Что такое клеточный цикл и каковы основные точки его контроля?

84. Что такое селективные питательные среды и для чего их используют?

85. Какую роль играют белки теплового шока (HSP) в клеточных культурах?

86. Что такое санирование (карантинизация) клеточных культур?

87. Какие существуют типы апоптоза и как их различают?

88. Что такое трансдукция и чем она отличается от трансфекции?

89. Как работает метод TUNEL для выявления апоптоза?

90. Что такое клеточная адгезия и какие молекулы её обеспечивают?

91. Как используется проточная цитометрия для анализа клеточного цикла?
92. Что такое линия гаплоидных клеток и её применение в биотехнологии?
93. Каковы принципы бессывороточного культивирования клеток?
94. Что такое клеточная миграция и как её изучают?
95. Какую роль в клеточных культурах играет внеклеточный матрикс (ECM)?
96. Что такое цитометрия визуализации (imaging flow cytometry) и её преимущества?
97. Как изучают метаболом клеток в культуре?
98. Что такое сайт-специфический мутагенез и для чего его применяют?
99. Каковы принципы работы клеточного сортера (FACS)?
100. Что такое синтетическая летальность и как её выявляют в клеточных скринингах?

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Сайфитдинова,, А. Ф. Флуоресцентная in situ гибридизация в практике научных и клинических цитогенетических исследований (для студентов биологических и медицинских факультетов университетов) / А. Ф. Сайфитдинова,, И. Л. Пуппо,. - Флуоресцентная in situ гибридизация в практике научных и клинических цитогенетических исследований (для студентов биологических и медицинских факультетов университетов) - Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. - 60 с. - 978-5-8064-2984-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/131779.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке
2. Абумуслимов,, С. С. Культивирование животных клеток: учебно-методическое пособие / С. С. Абумуслимов,, З. А. Магомедова,. - Культивирование животных клеток - Грозный: Чеченский государственный университет, 2024. - 50 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/148604.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке
3. Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / А. В. Ищенко,, А. С. Вохминцев,, И. И. Огородников,, И. А. Вайнштейн,; под редакцией Б. В. Шульгина. - Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2017. - 180 с. - 978-5-321-02523-9. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/106414.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Молекулярная и клеточная радиационная биология: учебное пособие / А. Н. Батын, И. Э. Бученков, Н. Г. Власова, [и др.] - Молекулярная и клеточная радиационная биология - Минск: Вышэйшая школа, 2021. - 240 с. - 978-985-06-3312-5. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/120002.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Полякова, Т. И. Биология клетки: учебное пособие / Т. И. Полякова, И. Б. Сухов. - Биология клетки - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский медико-социальный институт, 2015. - 56 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/74246.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

3. Наумова, А. А. Основы клеточной инженерии растений: практикум / А. А. Наумова, Т. А. Наумова, С. А. Кусачева. - Основы клеточной инженерии растений - Саратов: Вузовское образование, 2019. - 45 с. - 978-5-4487-0511-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/86301.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary
2. <https://znanium.ru/> - znanium
3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - Национальный центр биотехнологической информации
4. www.cellimagelibrary.org - Коллекция микрофотографий клеток, тканей и организмов, полученных с помощью микроскопов разных типов.
5. <https://www.uniprot.org> - База данных по последовательностям и функциям белков
6. string-db.org - База данных предсказанных и экспериментально подтвержденных белок-белковых взаимодействий.
7. imagej.net - Desktop-приложение для обработки и анализа биологических изображений.
8. <https://services.healthtech.dtu.dk/services/DeepLoc-2.0/> - Биоинформатический инструмент для предсказания расположения белка
9. <https://wolfsort.hgc.jp> - Прогноз субклеточной локализации белка

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Windows - операционная система.
- 2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>
2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>
3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>
Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Учебная аудитория
725гл
доска ДК11Э2410 - 1 шт.
стол аудиторный - 14 шт.
стул ISO BLACK - 28 шт.

Лаборатория
208зоо
анализатор гемат.Медоник СА-620 LOKE - 1 шт.
весы аналит. А&D HR-60 60г х 0,1мг - 1 шт.
иономер И-500 - 1 шт.
лаборатория Капель-105 - 1 шт.
плитка нагрев. лаб. Schott SLK-2 - 1 шт.
рефрактометр ИРФ-454 Б2М - 1 шт.
термостат ТС-1/80 СПУ (камера из оцинк. стали, вентилятор) - 1 шт.
фотоэл.колориметр КФК-3-01 ЗОМС - 1 шт.

258зоо
рН-метр/иономер ИТАН, электрод ЭСК-10603 в комплекте - 1 шт.
баня термостат.ЛАБ-ТБ-06/Ш 6м - 1 шт.
весы аналит. А&D HR-60 60г х 0,1мг - 1 шт.
весы лаборат. АЖ 620-СЕ ветрозащ.кожух Shinko - 1 шт.
иономер И-500 - 1 шт.
испаритель ротац.. Leki RE 52AA - 1 шт.
плитка нагрев. лаб. Schott SLK-2 - 1 шт.
рефрактометр ИРФ-454 Б2М - 1 шт.
фотоэл.колориметр КФК-3-01 ЗОМС - 1 шт.

центрифуга - 1 шт.
центрифуга ОПН-8 - 1 шт.
шкаф сушильн.СНОЛ 58/350 конвект. - 1 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Лабораторные занятия

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;

- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;

- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;

- увеличение продолжительности проведения аттестации;

- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскостную информацию в аудиальную или тактильную форму;

- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;

- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;

- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;

- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;

- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;

- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;

- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая

- артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
 - соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
 - минимизация внешних шумов;
 - предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
 - сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).
- Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
 - наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
 - наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
 - наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
 - обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
 - предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
 - сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
 - предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
 - предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
 - возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
 - применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
 - стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
 - наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "Цитологические методы в биотехнологии" ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.

1. Цитологические методы в биотехнологии : метод. рекомендации по выполнению лабораторных работ / сост. Е. А. Губарева, О. Л. Горун. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – 70 с. <https://elib.kubsau.ru/MegaPro/Download/MObject/23765>
2. Цитологические методы в биотехнологии : метод. рекомендации по выполнению практических работ / сост. Е. А. Губарева, О. Л. Горун. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – 95 с. <https://elib.kubsau.ru/MegaPro/Download/MObject/23764>