

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Цитология и гистология

по направлению подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
Биология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.В. Ярцев

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

ПК-1 Способен участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

ИПК-1.1 Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- доклады.
- отчеты по лабораторным работам;

Тест (ИОПК-2.1)

Тесты «Строение эукариотической клетки» и «Деление клеток» размещены в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «LMS» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=1089> и оцениваются по 10-ти балльной системе.

Примеры вопросов тестов:

Множественный выбор:

1. Цитоскелет - это комплекс филаментов. Из каких типов филаментов он состоит?

- А) Микротрубочки
- Б) Эндоплазматический ретикулум
- В) Рибосомы
- Г) Промежуточные филаменты
- Д) Актиновые микрофиламенты

2. Удвоение центриолей происходит:

- А) в митозе
- Б) в G2 периоде клеточного цикла
- В) в S периоде клеточного цикла
- Г) в G1 периоде клеточного цикла
- Д) во время цитокинеза

«Верно/Неверно»:

3. Верно ли утверждение «Аппарат Гольджи состоит из системы дискообразных двумембранных цистерн, собранных в стопки (диктиосомы) и отшнуровывающихся от них пузырьков»?

Вопрос с числовым ответом:

4. Из сколько дуплетов микротрубочек состоит стенка аксонемы?

5. В каком году Теодор Шванн обосновал клеточную теорию?

«Короткий ответ»:

6. Белок, из которого состоят актиновые филаменты?

7. Стенка микротрубочек состоит из полимеризованных молекул белка (название белка).

Ключи: 1 – А, Г, Д; 2 – В; 3 – неверно; 4 – 9; 5 – 1839; 6 – актин; 7 – тубулин.

Критерии оценивания:

Тест считается выполненным, если обучающий получил от 5 до 10 баллов.

Результаты выполнения тестов учитываются в виде дополнения 0,2 баллов за текущий контроль к итоговой экзаменационной оценке при наборе от 19 до 20 баллов суммарно за два теста.

Доклад (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2)

Устные доклады выполняются на семинарах и сопровождаются презентациями.

Примеры тем для докладов:

Семинар № 1. Цитологические основы наследственности.

1. Что такое кариотип и методы его исследования.
2. Геномные мутации у человека (нуллисомия, моносомия, трисомия).
3. Полиплоидия у растений и животных.
4. Хромосомные перестройки (делеция, дупликация, инверсия, транслокация) – механизмы возникновения.
5. Хромосомные перестройки в геноме человека.
6. Использование политемных хромосом в цитогенетических и популяционных исследованиях.

Семинар № 2. Межклеточные взаимодействия и взаимодействия клеток в тканях.

1. Простые межклеточные соединения.
2. Плотные контакты (белковый состав, строение и функции).
3. Адгезионные контакты между клетками (белковый состав, строение и функции).
4. Десмосомы (белковый состав, строение и функции).
5. Нексусы (белковый состав, строение и функции).
6. Взаимодействие клеток с внеклеточным матриксом (фокальные контакты, полудесмосомы).
7. Общие принципы межклеточной сигнализации.

Семинар № 3. Особенности строения и биологии растительной клетки.

1. Строение клеточной стенки у клеток растений.
2. Организация и работа розеточного терминального комплекса (целлюлозсинтазы).
3. Цитоскелет в растительной клетке.
4. Аппарат Гольджи в растительных клетках.

5. Пластиды: строение и функции.
6. Деление растительных клеток.

Семинар № 4. Методы изучения клеток и тканей.

1. Методы исследования химической организации клеток.
 2. Методы исследования структурной организации клеток.
 3. Красители, используемые в цитологических и гистологических исследованиях.
 4. Световая микроскопия.
 5. Окрашивание клеток флуоресцентными красителями.
- Иммуногистохимическое окрашивание.
6. FISH. Флуоресцентная микроскопия.
 7. Электронная микроскопия.
 8. Витальное наблюдение клеток.
 9. Современные методы визуализации клеток и внутриклеточных структур.

Выполнение задания оценивается по 5-ти балльной шкале.

Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
5 баллов (отлично)	Развернутый доклад, полностью раскрывающий тему, проиллюстрирован схемами, рисунками, фотографиями, сделан на основе рекомендованных и самостоятельно подобранных информационных источников Сформулированы заключение/выводы.
4 балла (хорошо)	Доклад, раскрывающий основные положения темы, проиллюстрирован схемами, рисунками, фотографиями, сделан на основе рекомендованных информационных источников. Заключение/выводы сформулированы частично.
3 балла (удовлетворительно)	Доклад, фрагментарно раскрывающий тему, Содержит малоинформативные иллюстрации, сделан на основе рекомендованных информационных источников. Заключение/выводы не сформулированы.
2 балла (неудовлетворительно)	Доклад не представлен.

Оценка за доклады учитывается в виде 0,3 баллов, добавляемых к итоговой оценке за промежуточную аттестацию если обучающийся сделал не меньше 2-х докладов, оцененных на 5 баллов каждый.

Отчеты по лабораторным работам (ИПК-1.1)

Во время лабораторных работ обучающиеся знакомятся со строением клеток и тканей – анализируют цитологические и гистологические препараты под микроскопом (микроскопия в проходящем белом свете) и микрофотографии клеток, полученные с помощью электронного микроскопа. Отчет оформляется отдельно по каждой теме в тетради или альбоме в виде научных рисунков клеток или фрагментов тканей с обозначениями структур клеток/тканей в соответствии с заданием к лабораторной работе. Рисунки выполняются простым карандашом. Рисунки по разделу «Гистология» (темы 8–14) должны быть выполнены в цвете в соответствии с окраской различных структур клеток и тканей на гистологических препаратах. Каждый рисунок должен быть пронумерован, иметь название и пронумерованные пояснения (обозначения структур клеток и тканей). Подписи выполняются ручкой и разборчиво. Правила оформления

научного рисунка излагаются преподавателем на первом лабораторном занятии. Отчет по лабораторной работе должен быть сдан в течение двух недель после ее проведения.

План лабораторных работ по дисциплине.

– Лабораторная работа № 1. Знакомство с микроскопом. Клетка, ядро, ядрышко.

Ознакомиться с устройством светового микроскопа. Рассмотреть цитологические препараты (клетки крови лягушки, человека, костного мозга мыши, растительные клетки), зарисовать клетки разных типов, отметить ядро, ядрышко, плазматическую мембрану, цитоплазму, клеточную стенку.

– Лабораторная работа № 2. Кариотип растений и животных.

Рассмотреть препараты кариотипов растений (вороний глаз, стародубка, воронец и др.) и животных (хомячок, бурозубка, мышь).

Определить число хромосом, отметить количество метацентрических (М), субметацентрических (SM), субакроцентрических (SA) и акроцентрических (А) хромосом. Сделать рисунки всех типов хромосом, представленных на препаратах, отмечая центромеру, теломеры, плечи хромосом.

– Лабораторная работа № 3. Изменчивость кариотипа.

Рассмотреть препараты кариотипов человека, определить число хромосом, определить их типы, зарисовать. Выявить половую принадлежность индивида, наличие/отсутствие синдрома (Дауна, XXX, XO, XXY).

Рассмотреть препараты кариотипов лисицы (*Vulpes fulvus*), определить число хромосом основного набора и В-хромосомы, зарисовать разные типы хромосом.

Рассмотреть и зарисовать политенные хромосомы двукрылых насекомых. На рисунке отметить диски, междиски, пuffs.

– Лабораторная работа № 4. Митоз.

На препаратах корневой меристемы лука, окрашенных гематоксилином по Смирнову, либо ацетоорсеином, рассмотреть и зарисовать все стадии митоза от профазы до телофазы.

На препарате дробления яиц аскариды рассмотреть клеточный центр и деление животной клетки. Зарисовать яйцеклетку на стадии метафазы. Отметить оболочку яйцеклетки, хромосомы, центриоли, центросферу, ахроматиновое веретено.

Амитоз. Рассмотреть и зарисовать деление ядер в клетках эпителия мочевого пузыря.

– Лабораторные работы №№ 5–6. Мейоз.

На препаратах археспория пыльников кукурузы, вороньего глаза и других растений определить и зарисовать все стадии профазы первого деления мейоза, метафазу, анафазу, телофазу первого деления, диаду, метафазу, анафазу и телофазу второго деления, тетраду микроспор.

– Лабораторная работа № 7. Хлоропласты, митохондрии и аппарат Гольджи.

С нижней стороны листа аспидистры сделать срез (лезвием безопасной бритвы), поместить срез на предметное стекло в каплю 5 % раствора сахарозы эпидермисом вниз. Покровным стеклом закрыть срез. В клетках, не поврежденных бритвой, рассмотреть хлоропласты. Зарисовать клетки с хлоропластами. Отметить их число, форму, размеры, расположение в клетке, наличие гран.

Рассмотреть митохондрии в клетках печени и эпителии почечных канальцев или в эпителиальных клетках кишечника аскариды (окраска по Альтману). Зарисовать клетки, обозначить ядро, ядрышко, митохондрии (Алмазов, стр. 20, рис. 17, 18).

Аппарат Гольджи рассмотреть на препарате нервных клеток спинального ганглия, инпрегнированных осмием, зарисовать (Елисеев, стр. 16, рис. 16; Алмазов, стр. 25, рис. 25).

Рассмотреть электронные микрофотографии митохондрий и аппарата Гольджи. Сделать рисунки выше названных органоидов клетки.

– Лабораторная работа № 8. Эпителиальная ткань. Покровный эпителий.

Рассмотреть и зарисовать клетки однослойного эпителия: высокого и низкого призматического (почка кролика), мезотелия (сальник кролика). Отметить ядра, замыкающие пластинки. Рассмотреть и зарисовать многорядный мерцательный эпителий (кишечник беззубки). Отметить разные типы клеток, реснички.

Рассмотреть и зарисовать многослойный плоский эпителий (кожа лягушки), многослойный плоский неороговевающий эпителий (роговица), многослойный плоский ороговевающий эпителий (кожа пальца), переходный эпителий (мочевой пузырь). Отметить ядра, слои эпителия, соединительную ткань.

– Лабораторная работа № 9. Эпителиальная ткань. Железистый эпителий.

Рассмотреть и зарисовать железистый эпителий разного типа: апокриновый тип секреции (зеленая железа рака или молочная железа), голокриновый тип секреции (сальная железа), мерокриновый тип секреции (простые трубчатые железы дна желудка собаки). Отметить отделы желез, клетки на разных стадиях секреции.

– Лабораторная работа № 10. Рыхлая соединительная ткань.

Рассмотреть и зарисовать рыхлую соединительную ткань различных типов: мезенхиму, подкожную клетчатку крысы, жировую ткань, пигментные клетки, накопление красителя в гистиоцитах. Отметить клетки разных типов, компоненты межклеточного вещества, ядра.

– Лабораторная работа № 11. Плотная соединительная ткань. Хрящевая ткань.

Рассмотреть и зарисовать сухожилие в продольном и поперечном разрезах. Отметить фиброциты, пучки первого и второго порядков, эндотений

Рассмотреть и зарисовать гиалиновый, эластический и волокнистый хрящ. Отметить хондроциты, хондробласты, надхрящницу, зоны молодого и зрелого хряща, изогенные группы клеток, межклеточное вещество, волокна.

– Лабораторная работа № 12. Костная ткань.

Рассмотреть и зарисовать плотную пластинчатую кость в поперечном разрезе (берцовая кость человека). Отметить надкостницу, генеральные и вставочные пластинки, остеоны, эндост, каналы остеонов и фолькмановские.

Рассмотреть и зарисовать развитие кости из соединительной ткани и хряща. Отметить различные типы клеток и зоны формирования.

– Лабораторная работа № 13. Мышечная ткань.

Рассмотреть и зарисовать гладкую и поперечно-полосатую мышечную ткань в продольном и поперечном разрезах. Отметить мышечные клетки, волокна, оболочки, фибробласты, ядра.

Рассмотреть и зарисовать миокард и волокна Пуркинье, отметить клетки, ядра, соединительную ткань.

– Лабораторная работа № 14. Нервная ткань.

Рассмотреть и зарисовать нервные клетки межпозвоночного ганглия и спинного мозга, отметить различные структуры клеток (ядро, ядрышко, тигроид, нейрофибриллы, отростки).

Рассмотреть и зарисовать мягкотное и безмякотное волокна в продольном и поперечном разрезах, отметить характерные для них структуры, оболочки.

– Лабораторная работа № 15. Контрольное определение гистологических препаратов.

Рассмотреть и определить тип ткани на пяти гистологических препаратах без подписи.

Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
5 баллов (отлично)	Задание к лабораторной работе выполнено полностью. В тетради/альбоме представлены все необходимые научные рисунки, все подписи выполнены корректно.
4 балла (хорошо)	Задание к лабораторной работе выполнено частично (не менее 80 %). В тетради/альбоме частично представлены научные рисунки, все подписи выполнены корректно или с небольшими неточностями.
3 балла (удовлетворительно)	Задание к лабораторной работе выполнено частично (не менее 60 %). В тетради/альбоме частично представлены научные рисунки, подписи выполнены некорректно (не полностью или с неточностями).
2 балла (неудовлетворительно)	Задание к лабораторной работе не выполнено или не предоставлено для оценивания в срок.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен в четвертом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов и практического задания.

– Первый вопрос из раздела «Цитология» проверяет ИОПК-2.1 и ИОПК-2.2. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

– Второй вопрос из раздела «Гистология», проверяет ИОПК-2.1. Ответ на вопрос дается в развернутой форме.

– Практическое задание проверяет ИПК-1.1 и представляет собой микроскопический анализ и определение гистологических препаратов разных тканей (в 1 наборе – 5 препаратов).

Вопросы к экзамену по дисциплине «Цитология и гистология»

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

Вопросы по разделу «Цитология»:

1. Химический состав мембран: липиды, мембранные белки, мембранные углеводы. Классификация и функции. Гликокаликс.

2. Структурная организация клеточных мембран: модели мембран, подвижность молекул в мембране, асимметрия клеточных мембран, гликокаликс.

3. Транспорт через мембрану: простая и облегченная диффузия, активный транспорт, эндоцитоз и экзоцитоз.

4. Эндоплазматический ретикулум: строение и функции. Изменение ЭПР при специализации клеток (эргастоплазма, тельца Ниссля, саркоплазматический ретикулум). Роль ЭПР в формировании клеточных мембран.
5. Строение Аппарата Гольджи. Функции АГ. Изменение АГ в клеточном цикле.
6. Органеллы, осуществляющие деградацию биополимеров (лизосомы, протеасомы, пероксисомы) образование, строение, функции.
7. Рибосомы (образование, строение, функции, внутриклеточная локализация).
8. Микротрубочки: строение, образование, функции. Структуры, в состав которых входят микротрубочки (кинетоцилии).
9. Центры организации микротрубочек. Строение centrosомы и centrioles. Полярность микротрубочек.
10. Актиновые филаменты (белковый состав; формирование актиновых фибрилл; белки, связывающиеся с актином и их роль в образовании актинового цитоскелета).
11. Промежуточные филаменты (белковый состав, локализация в клетке, формирование и функции).
12. Митохондрии (строение, локализация, количество митохондрий в клетках, ДНК, РНК и рибосомы митохондрий).
13. Строение и функции клеточного ядра. Структурная организация интерфазного хроматина.
14. Строение и функции ядерной оболочки и её компонентов.
15. Классификация и общая морфология метафазных хромосом (центромера, кинетохор, теломеры, первичная и вторичная перетяжки). Центромерный индекс.
16. Уровни упаковки ДНК в составе интерфазного хроматина (нуклеосомный, нуклеомерный, хромомерный уровни). Хромонема. Хроматида.
17. Геномные мутации. Классификация, примеры. Причины возникновения.
18. Хромосомные перестройки (делеция, дупликация, инверсия, транслокация). Причины возникновения и биологическое значение.
19. Ядрышко (ядрышковый организатор, строение ядрышка, структурные типы ядрышек, ядрышко в клеточном цикле).
20. Эндоцитоз: фагоцитоз и пиноцитоз. Эндоцитоз с участием белков окаймления (клатрина и caveolina).
21. Клеточный цикл (общая характеристика стадий клеточного цикла, centriolarный цикл, контрольные точки клеточного цикла, изменения клеточного цикла).
22. Митоз (фазы митоза, формирование и строение веретена деления, цитокинез).
23. Стадии gametogenesis (размножение, рост, созревание, формирование gamet).
24. Мейоз: общая характеристика, стадии, значение.
25. Сравнительная характеристика митоза и мейоза. Генетические эффекты мейоза. Биологический смысл митоза и мейоза.
26. Межклеточные контакты и межклеточная сигнализация.
27. Особенности строения и деления растительной клетки.

Вопросы по разделу «Гистология»:

28. Общие принципы структурной организации тканей.
29. Развитие тканей в ontogenesis: этапы ортотопической, blastomeric, зачатковой дифференцировки, histogenesis.
30. Регенерация тканей: формы и уровни регенерации; факторы, регулирующие регенерацию.

31. Морфо-функциональная характеристика эпителиев. Классификация эпителиев.
32. Железистый эпителий, секреторный цикл.
33. Соединительные ткани со специальными свойствами: ретикулярная, жировая (бурая, белая), слизистая, пигментная.
34. Волокнистые соединительные ткани: плотная соединительная ткань (неоформленная, оформленная).
35. Волокнистые соединительные ткани: рыхлая соединительная ткань (клеточный состав, функции).
36. Общая морфо-функциональная характеристика нервной ткани. Гистогенез, нейрогенез, регенерация.
37. Цитологическая характеристика и классификация нейронов.
38. Классификация и функциональная морфология нейроглии.
39. Макроглия: астроглия, эпендимная глия, олигодендроглия.
40. Нервные волокна: безмиелиновые, миелиновые. Механизм передачи нервного импульса по нервному волокну.
41. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань. Образование миосимпласта, клеточные органоиды миосимпласта.
42. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань. Гистогенез, регенерация, миосателлиты.
43. Строение мышечного волокна (саркомеры, поперечно-полосатая исчерченность, саркоплазматический ретикулум, Т-трубочки).
44. Сердечная мышечная ткань: гистогенез, строение, виды клеток, возможности регенерации.
45. Гладкая мышечная ткань: гистогенез, особенности строения миоцитов, регенерация.
46. Хрящевая ткань: гистогенез, строение, функции.
47. Виды хрящевой ткани и ее строение.
48. Регенерация и возрастные изменения хрящевой ткани.
49. Виды костной ткани: грубоволокнистая, дентиноидная, пластинчатая.
50. Клетки костной ткани (остеобласты, остеокласты, остециты) и межклеточное вещество.
51. Гистогенез и регенерация костной ткани.
52. Строение и рост трубчатой кости, надкостница.
53. Клеточные (форменные) элементы крови (строение и функции).
54. Органы кроветворения, современная концепция кроветворения.

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

55. Методы исследования клеток и тканей. Важнейшие достижения в этом направлении.
56. Клеточная теория. История формирования и современные положения.
57. Кариотип. Методы исследования кариотипа. А- и В- хромосомы.

ИПК-1.1 Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами

Практическое задание по цитологическому анализу и распознаванию гистологических препаратов.

Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
5 баллов (отлично)	Дан полный, самостоятельный (без наводящих вопросов) ответ на теоретические вопросы билета, сопровождающийся соответствующими рисунками, схемами и примерами. Практическое задание выполнено на 100 % (правильно определены все 5 препаратов).
4 балла (хорошо)	Дан неполный ответ на теоретические вопросы билета, при этом обучающийся нуждался в наводящих вопросах. Обучающийся испытывает затруднения в иллюстрации ответа соответствующими рисунками, схемами и приведении примеров. Практическое задание выполнено на 80 % (правильно определены 4 препарата).
3 балла (удовлетворительно)	Дан фрагментарный ответ на теоретические вопросы билета, при этом обучающийся нуждался в наводящих вопросах. Обучающийся испытывает затруднения в иллюстрации ответа соответствующими рисунками, схемами и приведении примеров. Практическое задание выполнено на 60 % (правильно определены 3 препарата).
2 балла (неудовлетворительно)	Обучающийся не ответил на вопросы экзаменационного билета. Практическое задание выполнено менее чем на 60 % (правильно определены 2 препарата).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

Общая оценка для промежуточной аттестации по дисциплине «Цитология и гистология» учитывает итоги текущего контроля и рассчитывается по формуле:

Общая оценка по дисциплине = оценка за ответ на экзаменационный билет (если оценка меньше 5 баллов) + 0.2 балла (при наборе от 19 до 20 баллов за тестовые задания в системе LMS) + 0.3 балла (оценка за доклады с презентацией (если обучающийся сделал не меньше 2-х докладов, оцененных на 5 баллов каждый)).

Округление получаемой оценки производится в большую сторону (в пользу студента).

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

1. Строение клеток животных и растений.

Ответ должен содержать описание общих черт строения клеток, особенности строения клеток животных и растений.

2. Митотическое деление клетки и его значение.

Ответ должен содержать определение митоза, его роль в развитии, функционировании, регенерации тканей. Необходимо указать место митоза в клеточном цикле, фазы митоза и их описание (структурно-функциональные изменения в клетке в каждой фазе).

3. Мейоз и его значение.

Ответ должен содержать определение мейоза, его место и значение в жизни разных организмов. Необходимо указать фазы мейоза, структурно-функциональные изменения в клетке в каждой фазе, отличия мейоза от митоза.

4. Клеточное ядро: структура и функции.

Ответ должен содержать описание строения клеточного ядра, его роль в хранении, реализации и передаче наследственной информации.

5. Органоиды клетки, их строение и функции.

Ответ должен содержать характеристику строения одномембранных и двумембранных органоидов клетки, описание их функций.

6. Общие принципы структурной организации тканей.

Ответ должен содержать определение ткани, описание общих черт организации тканей животных, принципы их классификации.

7. Хромосомные и геномные мутации.

Ответ должен содержать определение хромосомных и геномных мутаций, их классификацию, значение.

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

1. Методы изучения клеток.

Ответ должен содержать описание классических и современных методов изучения строения и функционирования клеток.

2. Методы изучения тканей.

Ответ должен содержать описание классических и современных методов изучения строения и функционирования тканей.

ИПК-1.1 Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами

1. Строение светового микроскопа и правила работы с ним при изучении клеток и тканей.

Ответ должен содержать описание строения светового микроскопа (основные узлы) и правила работы с микроскопом на разных увеличениях.

Информация о разработчиках

Ананьина Татьяна Викторовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ.

Митренина Елизавета Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ.