

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

Рабочая программа дисциплины

Цитология и гистология

по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки:

Экология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
А.М. Адам

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ПК-1 – Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования.
- ОПК-1 – Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Определяет проблему, формулирует цели и задачи научного исследования, анализирует источники информации и литературы.

ИОПК-1.1. Владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования.

ИОПК-1.2. Выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования.

2. Задачи освоения дисциплины

- Знать общие закономерности, присущие клеточному и тканевому уровню организации живой материи.
- Изучить морфофункциональную организацию внутриклеточных структур и основных типов тканей: эпителиальных, тканей внутренней среды, мышечных, нервной; изучить межклеточные и межтканевые взаимодействия, гистогенез и регенерацию всех типов тканей;
- Сформировать целостное представление о достижениях современной цитологии и гистологии;
- Сформировать базовые навыки и умения, необходимые при работе с микроскопом, навыки и умения работы с микропрепаратами и их описания.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Биология клетки», «Биохимия с основами молекулярной биологии», «Физиология растений».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 28 ч.
-лабораторные работы: 16 ч.
-семинар: 8 ч.
в том числе практическая подготовка: 16 ч.
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. ***Цитология как наука.*** Объект, разделы, связь с другими науками, практическое применение.

Тема 2. ***Химический состав клеток. Строение и функции белков, нуклеиновых кислот, липидов.***

Тема 3. Клеточные мембраны.

Химический состав мембран: липиды; мембранные белки; функции мембранных белков; мембранные углеводы; гликокаликс. Подвижность молекул в мембране. Асимметрия клеточных мембран. Увеличение площади мембран. Функции биомембран. Транспорт через мембрану.

Тема 4. Клеточное ядро. Строение, функции.

Изменения количества ядер в клетке. Гибель ядра. Ядерная оболочка; ядерный поровый комплекс. Роль ядерной оболочки в ядерно-цитоплазматическом обмене. Хроматин интерфазных клеток. Эухроматин. Гетерохроматин (конститутивный, факультативный). Структурные типы ядер. Ядрышко. Ядерный белковый матрикс.

Тема 5. Уровни упаковки ДНК. Хромосомы.

Уровни упаковки ДНК в составе интерфазного хроматина. Хромонема. Хроматида. Общая морфология метафазных хромосом. Центромера. Кинетохор. Теломеры. Классификация митотических хромосом Навашина. Кариотип. Идиограмма. Дифференциальное окрашивание хромосом. А- и В- хромосомы.

Тема 6. Аппарат Гольджи.

Строение АГ. Полярность диктиосомы. Изменение АГ в клеточном цикле. Функции АГ. Механизм транспорта веществ через АГ. Белки, участвующие в транспорте веществ через АГ. АГ – источник клеточных лизосом.

Тема 7. Эндоплазматический ретикулум.

Гранулярный ЭПР. Функции грЭПР. Гладкий ЭПР. Функции глЭПР. Изменения ЭПР при патологии клетки. Внутриклеточные структуры, образованные ЭПР (эргастоплазма, тельца Ниссля, саркоплазматический ретикулум).

Тема 8. Цитоскелет.

Актиновые филаменты (белковый состав; формирование актиновых фибрилл; белки, связывающиеся с актином и их роль в образовании актинового цитоскелета). Динамика актинового кортекса (ламеллиподии, филоподии, инвадоподии). *Микротрубочки*. Строение и образование микротрубочек. Полярность микротрубочек. Центры организации микротрубочек. Строение центриолей. Структуры, в состав которых входят микротрубочки (реснички и жгутики). Функции микротрубочек. *Промежуточные филаменты*. Белковый состав. Формирование промежуточных филаментов. Функции промежуточных филаментов. Общие свойства филаментов цитоскелета. Моторные белки и цитоскелет.

Тема 9. **Митохондрии.**

Методы изучения митохондрий. Количество митохондрий в клетках. Локализация митохондрии в клетках. Строение митохондрий. Синтез АТФ в митохондриях клетки. Увеличение числа митохондрий. Авторепродукция митохондрий (митохондриальные ДНК, РНК, рибосомы). Гипотеза о эндосимбиотическом происхождении митохондрий. Хондриом. Межмитохондриальные контакты.

Тема 10. **Эндоцитоз. Лизосомы. Аутофагия.**

Фагоцитоз и пиноцитоз. Неспецифический и специфический эндоцитоз. Механизмы изменения плазмалеммы при эндоцитозе. Эндоцитоз с участием белков окаймления (клатрина и кавеолина). Перенос лигандов по эндосомам. Типы лизосом: первичные лизосомы; вторичные лизосомы; остаточные тельца; аутофагосомы. Лизосомные патологии.

Тема 11. **Трансцитоз, экзоцитоз. Общая схема вакуолярной системы клетки.** Механизмы трансцитоза. Механизмы экзоцитоза. Этапы экзоцитоза. Обобщение информации о вакуолярной системе клетки.

Тема 12. **Клеточный цикл. Митоз.**

Общая характеристика стадий клеточного цикла. Контрольные точки клеточного цикла. Эндогенные регуляторы клеточного цикла.

Интерфаза. G1 фаза. G0 фаза. S-фаза. G2-фаза. Митоз. Фазы митоза (профаза, метафаза, анафаза А, анафаза В, телофаза). Веретено деления. Цитокинез. *Центросомный цикл.*

Тема 13. **Гаметогенез. Мейоз.**

Стадии гаметогенеза (стадия размножения, стадия роста, стадия созревания). Мейоз. I деление мейоза. Профаза I деления мейоза (лептотена, зиготена, синаптонемный комплекс, пахитена, кроссинговер, диплотена, хиазмы, диакинез). Метафаза, анафаза, телофаза I деления мейоза. II деление мейоза. Генетические эффекты мейоза. Биологический смысл мейоза. Стадия формирования (спермиогенез), строение сперматозоида. Оплодотворение. Отличия гамет от других клеток.

Тема 14. **Гистология как наука.**

Задачи гистологии. Определение ткани. Разделы гистологии. Макроскопический период развития гистологии. Микроскопический период развития гистологии. Развитие тканей в онтогенезе: этапы ортотопической дифференцировки, бластомерной дифференцировки, зачатковой дифференцировки, гистогенез. Классификация тканей. Общие принципы структурной организации тканей. Регенерация тканей. Формы регенерации. Уровни регенерации. Способы регенерации. Факторы, регулирующие регенерацию

Тема 15. **Эпителиальная ткань.**

Гистогенез (эпителии энтодермального, эктодермального и мезодермального происхождения). Морфофункциональная классификация эпителиев. Покровный и железистый эпителии. Однослойный однорядный эпителий (плоский, кубический, цилиндрический). Однослойный многорядный мерцательный эпителий. Многослойный эпителий (многослойный плоский неороговевающий, многослойный плоский ороговевающий). Переходный эпителий. Железистый эпителий (типы секреции, морфологические виды многоклеточных желез).

Тема 16. **Ткани внутренней среды.**

Общие свойства и функции. Мезенхима.

Собственно соединительные ткани. Волокнистые соединительные ткани: рыхлая соединительная ткань (клеточный состав, функции); плотная соединительная ткань (неоформленная, оформленная). Соединительные ткани со специальными свойствами: ретикулярная; жировая (белая, бурая); пигментная; слизистая.

Скелетные ткани: хрящевая ткань: образование, строение, функции, классификация (гиалиновый хрящ, эластический хрящ, волокнистый хрящ); костная ткань: клеточный состав; межклеточное вещество; классификация (ретикулофиброзная; пластинчатая; дентин). Строение и рост трубчатой кости, надкостница. Регенерация костной ткани.

Ткани системы крови. Гемопоз. Современная концепция кроветворения. Органы кроветворения. Кроветворные ткани (миелоидная, лимфоидная). Кровь: эритроциты (строение, функции, старение); тромбоциты (образование, активация, функции); лейкоциты (гранулоциты, агранулоциты); плазма крови, состав. Лимфа (образование лимфы, состав лимфы, функции лимфатической системы).

Тема 17. *Мышечная ткань.*

Гистогенез (производные миотомов, миоэпикардиальных пластинок, гладкая мышечная ткань мезенхимного, эпидермального и нейрального происхождения). Основные морфологические признаки элементов мышечных тканей. Общая характеристика и классификация мышечных тканей. *Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань* (строение мышцы, гистогенез, образование и строение миосимпласта, клеточные органоиды миосимпласта, строение миофибрилл, механизм распространения возбуждения в мышечном волокне, миосателлиты). Регенерация скелетной мышечной ткани. *Сердечная мышечная ткань.* Клеточный состав. Объединение кардиомиоцитов, вставочные пластинки. *Гладкие мышечные ткани.* Гистогенез. Строение миоцита. Особенности строения сократительного аппарата. Регенерация.

Тема 18. *Нервная ткань.*

Гистогенез (производные нервной трубки, нервного гребня и нейральных плакод). Нейрогенез у взрослых организмов. Миграция нейробластов. Общая морфология нейронов. Цитологическая характеристика нейрона. Классификации нейронов (морфологическая, функциональная, биохимическая). Регенерация нейронов. Нейроглия: классификация и функциональная морфология. Астроглия. Эпендимная глия. Олигодендроглия. Микроглия. Безмиелиновые и миелиновые нервные волокна. Нервные окончания. Строение химического синапса. Механизм передачи нервного импульса в химическом синапсе.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем проведения тестов, оценки докладов, сделанных на семинарских занятиях, оценки за отчеты по лабораторным работам и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в шестом семестре проводится на основе результатов текущего контроля: зачет ставится на основе суммы баллов, которые студент получил за выполнение двух тестов в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «Moodle» (от 6 до 10 баллов за каждый тест), за доклад на семинарских занятиях (от 1 до 3 баллов) и отчеты по лабораторным работам (от 16 до 24 баллов). Для получения зачета

обучающемуся необходимо набрать 30-47 баллов и выполнить контрольную работу на 2 и более балла (максимально – 3 балла).

Формирование ИПК-1.1 и ИОПК-1.1 отражается в оценке подготовленного студентом доклада.

Формирование ИОПК-1.1 отражается в оценке результатов выполнения тестов.

Формирование ИОПК-1.2 отражается в оценках за выполнение отчетов по лабораторным работам и выполнение контрольной работы.

Если набрано меньше 30 баллов или контрольная работа выполнена на 1 и менее баллов, то студент сдает устный зачет по билетам. Каждый билет содержит 1 теоретический вопрос, ответ на который в совокупности отражает формирование у студента ИОПК-1.1 и ИПК-1.1, и 1 практическое задание (представляет собой повторное выполнение контрольного задания), отражающее формирование ИОПК-1.2.

Продолжительность зачета 1 час.

Вопросы к зачету по дисциплине «Цитология и гистология»

ИПК-1.1. Определяет проблему, формулирует цели и задачи научного исследования, анализирует источники информации и литературы.

ИОПК-1.1. Владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования.

1. Методы исследования клеток и тканей. Важнейшие достижения в этом направлении.

2. Химический состав мембран: липиды; мембранные белки; мембранные углеводы. Гликокаликс.

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

4. Вакуолярная система клетки. Общая характеристика. Перенос лигандов по эндосомам.

5. Эндоцитоз: фагоцитоз и пиноцитоз; неспецифический и специфический эндоцитоз. Механизмы изменения плазмалеммы при эндоцитозе.

6. Эндоплазматический ретикулум, его разновидности и функции.

7. Строение Аппарата Гольджи. Функции АГ. Изменение АГ в клеточном цикле.

8. Лизосомы: образование, строение, функции. Лизосомы первичные, вторичные, аутофагосомы, остаточные тельца.

9. Рибосомы: строение, функции, внутриклеточная локализация.

10. Общая характеристика цитоскелета (состав, функции, локализация в клетке, динамика в клеточном цикле). Общие свойства филаментов цитоскелета.

11. Митохондрии: строение, локализация, количество митохондрий в клетках.

ДНК, РНК и рибосомы митохондрий. Хондриом. Межмитохондриальные контакты.

12. Строение ядра: ядерная мембрана, ламина, ядерный матрикс, хроматин.

13. Клеточный цикл (общая характеристика стадий клеточного цикла; контрольные точки клеточного цикла; эндогенные регуляторы клеточного цикла).

15. Сравнительная характеристика митоза и мейоза.

16. Общие принципы структурной организации тканей. Развитие тканей в онтогенезе: этапы ортотопической, бластомерной, зачатковой дифференцировки, гистогенез.

17. Регенерация тканей: формы и уровни регенерации; факторы, регулирующие регенерацию.

18. Морфо-функциональная характеристика эпителиев. Классификация эпителиев.

19. Соединительные ткани со специальными свойствами: ретикулярная, жировая (бурая, белая), слизистая, пигментная.

20. Соединительные ткани: волокнистые соединительные ткани: плотная соединительная ткань (неоформленная, оформленная); рыхлая соединительная ткань (клеточный состав, функции).

21. Общая морфо-функциональная характеристика нервной ткани. Гистогенез, нейрогенез, регенерация.

22. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань. Образование миосимпласта, клеточные органоиды миосимпласта.

23. Строение мышечного волокна (саркомеры, поперечно-полосатая исчерченность, саркоплазматический ретикулум, Т-трубочки).

24. Сердечная мышечная ткань: гистогенез, строение, виды клеток, возможности регенерации.

25. Гладкая мышечная ткань: гистогенез, особенности строения миоцитов, регенерация.

26. Хрящевая ткань: гистогенез, строение, функции, виды хрящевой ткани.

27. Костная ткань: виды костной ткани: грубоволокнистая, дентиноидная, пластинчатая.

28. Клетки костной ткани (остеобласты, остеокласты, остециты) и межклеточное вещество.

29. Гистогенез и регенерация костной ткани.

30. Клеточные (форменные) элементы крови (строение и функции). Органы кроветворения, современная концепция кроветворения.

ИОПК-1.2. Выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования.

Практическое задание по цитологическому анализу и распознаванию гистологических препаратов.

Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	Полный развернутый или частично неполный ответ на теоретический вопрос билета. Практическое задание выполнено более чем на 60 % (правильно определены 2 препарата) или выполнено на 100 % (правильно определены все 3 препарата).
Не зачтено	Обучающийся не ответил на теоретический вопрос билета. Практическое задание не выполнено или выполнено менее чем на 50 % (правильно определен 1 препарат).

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

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=26093>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

Семинар № 1. Методы изучения клеток и тканей.

Семинар № 2. Клетки как модельные объекты в экологических исследованиях.

Примеры цитологических и гистологических исследований в экологии.

Семинар № 3. Изменение строения клеток при дифференцировке и патологиях.

Семинар № 4. Использование клеток в медико-биологических исследованиях.

Семинарские занятия проводятся по единому плану:

- Доклады обучающихся, сопровождающиеся презентациями.
- Обсуждение представленной информации.

г) План лабораторных работ по дисциплине.

Лабораторная работа № 1. Строение светового микроскопа и правила работы с ним (1 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 2. Микроскопический анализ клеточных органелл (1 ак.ч. индивидуальная).

Лабораторная работа № 3. Микроскопический анализ клеток на стадии интерфазы и митоза (2 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 4. Микроскопический анализ живых клеток (1 ак.ч., в группе).

Лабораторная работа № 5. Иммунофлуоресцентное окрашивание. Анализ клеток мозга мыши. Гистологические срезы (1 ак.ч., в группе).

Лабораторная работа № 6. Микроскопический анализ эпителиальной ткани (2 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 7. Микроскопический анализ мышечной ткани (2 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 8. Микроскопический анализ скелетных тканей (2 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 9. Микроскопический анализ нервной ткани (2 ак.ч., индивидуальная).

Лабораторная работа № 10. Выполнение контрольного задания «Цитологический анализ и распознавание гистологических препаратов». (2 ак.ч., индивидуальная).

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

Перед началом лабораторных занятий необходимо прослушать инструктаж по технике безопасности: правила работы с химическими веществами, правила использования электроприборов.

На первом лабораторном занятии обучающийся знакомится со строением светового микроскопа и методом микроскопии в проходящем свете, осваивает приемы работы с микропрепаратами. На протяжении последующих лабораторных работ обучающийся знакомится с приборной базой, используемой для культивирования клеток, с принципами работы флуоресцентного микроскопа, проводит анализ цитологических и гистологических препаратов, фиксирует результаты работы в виде отчета, содержащего зарисовки клеток и тканей с поясняющими надписями. После выполнения лабораторных работ по всем темам, обучающийся выполняет контрольное задание – анализ и определение предложенных препаратов.

В результате посещения лабораторных занятий обучающиеся должны освоить навыки работы с прямым светопольным микроскопом, научиться анализировать цитологические и гистологические препараты.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в разделе 8, подготовки к семинарским занятиям, тестам, лабораторным работам и промежуточному контролю.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Альбертс Б. и др. Основы молекулярная биологии клетки / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. 768 с.
- Богданов Ю.Ф., Гришаева Т.М., Симановский С.А. Мейоз. Значение, механизмы, эволюция. / – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2024. – 271 с.
- Кузнецов С.Л., Пугачев М.К. Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии. Учебное пособие. / – М.: Медицинское информационное агентство. – 2014. – 277 с.
- Луценко М.Т. Цитофизиология / Новосибирск-Благовещенск. 2011. – 216 с.
- Разин С.В. и др. Хроматин: упакованный геном. / С.В. Разин, А.Н. Быстрицкий. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 176 с.
- Турков В.Д. и др. Хромосомные исследования растений в проблемах селекции, клеточной инженерии и генетическом мониторинге: Атлас-пособие / В.Д. Турков, Ю.Л. Гужов, Г.А. Шелепина и др. // М. : Изд-во Ун-та дружбы народов.– 1988.
- Фаллер Д.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей / М.: Издательство БИНОМ. 2013. – 256 с.
- Ченцов Ю.С. Цитология: учебное пособие для университетов и медицинских вузов / М.: Изд-во Медицинское информационное агентство МИА. – 2010. – 368 с.
- Шабалова И.П. Цитологический атлас. – М : 2005. – 119 с.
- Цитология Электронный ресурс : учебно-методический комплекс / Ананьина Т. В.; Том. гос. ун-т, [Ин-т дистанционного образования]. Томск: [ИДО ТГУ] , 2015

б) дополнительная литература:

- Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. Т.2; Т.3: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта / М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2013. С. XXII.
- Клетки. Редакторы Льюин Б., Кассимерис Л, Лингаппа В.П., Плоппер Д. / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011. 951 с.
- Кольман Я. Наглядная биохимия : пер. с нем. / Я. Кольман , К. -Г. Рём ; под ред. П. Д. Решетова, Т. И. Соркиной. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 469 с.
- Хромосомы. Структура и функции / Д. Е. Коряков, И. Ф. Жимулев ; отв. ред. Л. В. Высоцкая ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т химической биологии и фундамент. медицины [и др.]. Новосибирск : Изд-во Сиб. отд-ния РАН , 2009. – 256 с.

в) ресурсы сети Интернет (дата обращения: 11.10.2024):

- Клетка. [Электронный ресурс] / – URL: <https://postnauka.ru/themes/kletka>
- Биология клетки. 10 лекций биолога Евгения Шевалёва об устройстве и функционировании самой элементарной живой системы. [Электронный ресурс] / – URL: <https://postnauka.ru/courses/17529>.
- Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина, Е.Ф. Котовский и др. 6-е изд., перераб. и доп. 2012. http://vmede.org/sait/?page=1&id=Gistologiya_embriol_cit_afanasev_2012&menu=Gistologiya_embriol_cit_afanasev_2012
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- AxioVision 4.7 (Zeiss).
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лабораторные занятия проводятся на базе:

– кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ. Используются:

1. Световые микроскопы: Primo Star (Zeiss) (7 шт.).
3. Лабораторное оборудование для практических занятий (лабораторные столы, термостаты, холодильник, аналитические весы, спиртовки и др.).
4. Коллекция цитологических и гистологических препаратов для микроскопии в проходящем свете.

– лаборатории экологии, генетики и охраны окружающей среды ТГУ (ТГУ, корпус 13, комн. 03). Используются:

1. Ламинарный шкаф.
2. Холодильник.
3. CO₂ инкубатор.
4. Инвертированный микроскоп.
5. Водяная баня.
6. Центрифуга.
7. Компьютер.

– лаборатории экологии, генетики и охраны окружающей среды ТГУ (ТГУ, корпус 13, комн. 79). Используется:

1. Флуоресцентный микроскоп AxioImager Z1 (Zeiss).

15. Информация о разработчиках

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