

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев



20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Большой практикум  
(генетика, клеточная и синтетическая биология)**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.02.08

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д. С. Воробьев

Председатель УМК

А. Л. Борисенко

Томск – 2023

## 1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач;

– 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-1.1 – Ориентируется в разнообразии живых объектов;

ИОПК-1.2 – Демонстрирует навыки наблюдения, идентификации и классификации живых объектов при решении профессиональных задач;

ИОПК-2.1. – Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем;

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

## 2. Задачи освоения дисциплины

Модуль «Цитологический раздел большого практикума»:

– Знать методы пробоподготовки (фиксация, окрашивание, приготовление препаратов) клеток и тканей для цитологических исследований.

– Знать физические и химические мутагены, их воздействие на клетки.

– Уметь анализировать цитологические препараты (кариотипирование, цитоэмбриологический анализ растительных объектов, определение жизнеспособности и фертильности пыльцы, анализ препаратов обработанных мутагеном).

– Уметь регистрировать и документировать результаты цитологического анализа.

Модуль «Клеточные культуры»:

– Знать методы наблюдения и основные этапы культивирования клеток *in vitro*;

– Уметь применять методы культивирования клеток *in vitro*.

– Уметь проводить количественный и качественный анализ состояния клеточных культур.

Модуль «Генетический раздел большого практикума»:

– Знать основные методы молекулярно-генетического и молекулярно-цитогенетического анализа эукариотических организмов.

– Уметь проводить локализацию гена, оценивать изменчивость гена на уровне нуклеотидной последовательности и его экспрессию.

– Уметь применять методы клонирования и получения рекомбинантных молекул ДНК.

– Уметь использовать инструменты биоинформатики для выравнивания последовательностей поиска вариантов, а также предсказания изменчивости структуры белка.

Модуль «Микробиологический раздел большого практикума»:

- Знать основные методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования микроорганизмов;
- Знать принципы структурной и функциональной организации микроорганизмов и механизмы гомеостатической регуляции, а также физиологические методы анализа и оценки их состояния.
- Уметь наблюдать, описывать, идентифицировать, классифицировать и культивировать микроорганизмы.
- Уметь применять знания о принципах структурной и функциональной организации микроорганизмов, основных методах анализа численности микроорганизмов и их физиологического состояния в решении практических задач.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, самостоятельно формируемой участниками программы.

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

Семестр 7, зачет с оценкой.

Семестр 8, экзамен.

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Органическая химия», «Биохимия», «Низшие растения», «Общая биология», «Цитология и гистология», «Генетика», «Методы клеточной биологии», «Генетика популяций», «Микробиология и вирусология».

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 з. е. (5 з. е. – 7 семестр; 6 з. е. – 8 семестр), 396 часа (180 ч. – 7 семестр; 216 ч. – 8 семестр), из которых:

– лабораторные работы: 324 ч. (168 ч. – 7 семестр; 156 ч. – 8 семестр).

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины (модулей), структурированное по темам**

*Модуль «Цитологический раздел большого практикума»*

1. Методы приготовления материала для цитологических исследований.
2. Методы фиксации цитологических материалов.
3. Методы приготовления временных препаратов (хромосом, митоза, мейоза).
4. Методы рутинной и дифференциальной окраски.
5. Методы карiotипирования.
6. Методы химического мутагенеза.
7. Методы регистрации и документирования результатов цитологического анализа.

*Модуль «Клеточные культуры»*

1. Основные этапы культивирования клеток.
2. Состав культуральных сред. Методы стерилизации.
3. Методы работы с суспензионными животными клеточными культурами.
4. Методы работы с адгезионными животными клеточными культурами.
5. Метод прямого учета численности клеток в камере Горяева. Статистическая обработка результатов.
6. Анализ морфологии клеток методом фазово-контрастной микроскопии.

*Модуль «Генетический раздел большого практикума»*

1. Состав ПЦР-смеси, свойства каждого компонента смеси и влияние соотношения этих компонентов на результат ПЦР.
2. Молекулярное клонирование гена. Сине-белая селекция.
3. Локализация гена методом флюоресцентной *in situ* гибридизации.
4. Скрининг библиотеки с помощью дот-блот гибридизации.
5. Анализ экспрессии генов с помощью ПЦР в реальном времени.
6. Разработка ПЦР диагностики однонуклеотидных замен методом KASP.
7. Анализ изменчивости трехмерной структуры белков в зависимости от изменчивости нуклеотидов кодирующей части генов.
8. Выравнивание последовательностей ДНК с целью поиска вариантов.

*Модуль «Микробиологический раздел большого практикума»*

1. Методы посева на твердые элективные среды. Учет численности микроорганизмов методом Коха. Статистическая обработка результатов.
2. Метод прямого учета численности микроорганизмов в камере Горяева. Статистическая обработка результатов.
3. Исследование морфологии бактерий при микроскопировании. Приготовление препаратов живых микроорганизмов для светового микроскопирования. Методы окраски по Граму, окраска жгутиков и т.д.
4. Исследование морфологии микроскопических грибов при микроскопировании.
5. Исследование морфологии микроскопических водорослей при микроскопировании.
6. Приготовление питательных сред. Методы стерилизации. Расчет потребностей микроорганизмов в питательных субстратах методом математического моделирования с использованием биомоля.
7. Рост микроорганизмов на плотных питательных средах. Описание морфологии колоний.
8. Рост микроорганизмов на жидких питательных средах. Описание характера роста. Удельная скорость роста, период удвоения. Нахождение параметров глубинного культивирования по экспериментальным данным.
9. Зависимость удельной скорости роста от концентрации лимитирующего субстрата. Экономический коэффициент. Траты на поддержание. Нахождение параметров зависимости скорости роста от концентрации лимитирующего субстрата, экономического коэффициента и трат на поддержание на основе экспериментальных данных.
10. Основы почвенной микробиологии. Определение актуальной активности азотобактера по методу Виноградского.
11. Основы санитарной микробиологии. Санитарно-показательная микрофлора. Определение коли-титра и коли-индекса трехэтапным бродильным методом.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения лабораторных работ, решения задач. По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 80 % от планируемого объема материала (отчет по лабораторной работе). Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100 %. Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса. Результаты устного зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Каждый модуль большого практикума оценивается отдельно.

Примеры вопросов для аттестации по модулям:

### *Модуль «Цитологический раздел большого практикума»*

1. С какой целью производится фиксация материала?
2. По каким свойствам определяется качество фиксирующей жидкости и зафиксированного материала?
3. С какой целью окрашивают препараты?
4. Методы дифференциальной окраски.
5. В чем специфика приготовления препаратов с помощью жидкого азота.
6. В чем преимущество и недостатки временных и постоянных препаратов?
7. Правила кариотипирования.
8. Метафазный, ана-телофазный, микроядерный тест.
9. Основы микрофотографии.
10. Вирусы как мутагены.
11. Мутагенные эффекты промышленных отходов (строительство, металлургия, химическая промышленность, военная промышленность).
12. Мутагенные эффекты слабых мутагенов.

### *Модуль «Клеточные культуры»*

1. Требования к организации культуральной комнаты. Основные приборы.
2. Состав культуральных сред. Влияние компонентов сред на жизнеспособность клеток.
3. Основные этапы культивирования клеток (размораживание, культивирование, пассирование, замораживание).
4. Типы контаминации.
5. Методы борьбы с контаминацией.
6. Морфологические признаки состояния клеточной культуры.
7. Особенности работы с адгезионными культурами.
8. Особенности работы с суспензионными культурами.
9. Методы определения мертвых и живых клеток.
10. Метод прямого учета численности клеток в камере Горяева.
11. Метод фазово-контрастной микроскопии (область применения, особенности строения микроскопа).

12. Первичные, диплоидные, иммортализованные клеточные линии.

*Модуль «Генетический раздел большого практикума»*

1. Опишите состав основных компонентов ПЦР-смеси и объясните их назначение.
2. Какие параметры ПЦР требуется изменить при появлении неспецифического продукта?
3. Какие параметры ПЦР требуется изменить при отсутствии целевого продукта?
4. Для чего применяется технология клонирования ДНК?
5. Опишите этапы получения библиотеки клонов с помощью сине-белой селекции и объясните их назначение.
6. Какие основные этапы включает флюоресцентная *in situ* гибридизация и для чего они предназначены?
7. Какие способы введения флюоресцентной метки в ДНК-пробу вы знаете и в чем специфика их применения?
8. Опишите этапы скрининга библиотеки с помощью дот-блот гибридизации.
9. Какими способами можно проводить детекцию зондов по результатам дот-блот гибридизации?
10. Опишите систему контроля достоверности результатов дот-блот гибридизации.
11. Опишите этапы разработки системы KASP для анализа однонуклеотидных замен
12. Опишите этапы проведения диагностики однонуклеотидных замен с помощью системы KASP и описание ее результатов.
13. Какие компоненты необходимо включить в состав реакционной смеси для проведения ПЦР в реальном времени и для чего они предназначены?
14. Как проводить количественную оценку экспрессии генов после проведения ПЦР Разработка ПЦР диагностики однонуклеотидных замен методом KASP?
15. Какие параметры используют для оценки изменчивости трехмерной структуры белков?
16. Какие математические инструменты лежат в основе выравнивания и какие алгоритмы используются для выравнивания нуклеотидных или аминокислотных последовательностей?

*Модуль «Микробиологический раздел большого практикума»*

1. Морфологические типы бактериальных клеток (форма бактерий, размеры)
2. Споры и спорообразование бактерий
3. Общие сведения о систематике микроорганизмов (вид, клон, штамм, чистая культура).
4. Пищевые потребности микроорганизмов (углерод, азот и другие элементы питания).
5. Рост и размножение микроорганизмов. Клеточные циклы.
6. Удельная скорость роста и время генерации.
7. Фазы цикла развития культуры бактерий.
8. Способы и методы стерилизации.
9. Классификация питательных сред и способы их приготовления.
10. Препараты фиксированных и окрашенных клеток для световой микроскопии.
11. Изучение использования соединений азота и углерода.
12. Изучение отношения микроорганизмов к молекулярному кислороду.
13. Определение способности к брожению.
14. Определение внеклеточных ферментов.
15. Определение антибиотической активности микроорганизмов.
16. Оценка антибиотикорезистентности бактерий.

17. Определение актуальной активности азотобактера по методу Виноградского.  
 18. Санитарно-показательная микрофлора. Определение коли-титра и коли-индекса трехэтапным бродильным методом.

При формировании устного ответа во время аттестации по модулям большого практикума обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные во время лабораторных занятий и при самостоятельном проработке тем курса.

Критерии и шкалы оценивания при устном ответе на вопросы:

Критерий	Описание	Шкала оценивания
1. Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балла. Нет – 0 баллов.
2. Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 3 балла. Частично – 1–2 балл. Нет – 0 баллов.
3. Демонстрация знания об основных цитологических, генетических и микробиологических методах, методах культивирования животных клеток и навыков работы.	Студент демонстрирует знание основных цитологических, генетических и микробиологических методов, методов культивирования животных клеток, планирует проведение работы, описывает последовательность операций, способен продемонстрировать работу с реактивами, расходными материалами, оборудованием и объектами. Может проводить анализ результатов работы и формулировать заключение или выводы.	Да – 3 балла. Частично – 2–1 балл. Нет – 0 баллов.

Оценку «отлично» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 8–9 баллов при аттестации модуля.

Оценку «хорошо» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 6–7 баллов при аттестации модуля.

Оценку «удовлетворительно» получают студенты, полностью сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие 4–5 баллов при аттестации модуля.

Оценку «неудовлетворительно» получают студенты, сдавшие все задания текущего контроля (получившие «зачтено» за каждый вид задания) и набравшие менее 4 баллов при аттестации модуля.

**Экзамен в восьмом семестре** проводится для студентов, успешно сдавших все отчеты по лабораторным работам и получивших положительную оценку на зачете с оценкой в 7 семестре. Оценка за экзамен высчитывается как среднее арифметическое баллов, полученных при аттестации каждого модуля курса и округляется в пользу обучающегося.

**Критерии оценивания экзамена:**

Оценка	Критерии оценки
Отлично (5 баллов)	Оценка по каждому из модулей курса – от 8 до 9 баллов.
Хорошо (4 балла)	Оценка по каждому из модулей курса – от 6 до 7 баллов.
Удовлетворительно (3 балла)	Оценка по каждому из модулей курса – от 4 до 5 баллов.
Неудовлетворительно (2 балла)	Оценка по каждому из модулей курса – < 4 баллов.
Не допущен к экзамену	Получил неудовлетворительную оценку на зачете с оценкой в 7 семестре.

**11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/enrol/index.php?id=22756>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.  
Семинарские занятия учебным планом не предусмотрены.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.  
Перед началом проведения лабораторных работ проводится инструктаж по технике безопасности. Определяются цели и задачи для каждого модуля Большого практикума.

План лабораторных работ по модулю *«Цитологический раздел большого практикума»*:

1. Приготовление ацеторсеина, подготовка предметных и покровных стекол. Постановка черенков на проращивание.
2. Фиксация материала. Приготовление ацетогематоксилина. Цитозембриологический метод анализа растительных объектов.
3. Приготовление препаратов и анализ стадий мейоза у покрытосеменных растений.
4. Анализ аномалий в мейозе.
5. Определение качества красителей. Определение полового хроматина.
6. Фиксация материала. Анализ препаратов на кариотип.
7. Анализ стадий мейоза у голосеменных растений.
8. Анализ генных мутаций в ВТН *Tradescantia*.
9. Перевод временных препаратов в постоянные.
10. Приготовление препаратов с помощью жидкого азота.
11. Анализ препаратов, полученных с помощью жидкого азота.



12. Метод культуры пыльников. Определение жизнеспособности и фертильности пыльцы.
13. Фиксация материала. Определение митотической активности.
14. Фиксация материала обработанного мутагеном.
15. Анализ препаратов, обработанных мутагеном.
16. Приготовление препаратов хромосом человека.
17. Построение кариограмм растений, животных и человека.
18. Окраска препаратов азотнокислым серебром.
19. Анализ дифференциально окрашенных препаратов.
20. Проращивание ПЗ на искусственной питательной среде.
21. Микрофотография по темам митоз, мейоз, кариотип, мейоз, мутации.

План лабораторных работ по модулю «Клеточные культуры»

1. Обсуждение плана занятий. Повторение материала об основных этапах культивирования клеток, методах соблюдения асептических условий, составе культуральных сред из курса «Методы клеточной биологии».
2. Ознакомление с приборной базой культуральной комнаты. Ознакомление с культуральной посудой и лабораторными принадлежностями, используемыми для культивирования клеток. Приготовление культуральных сред.
3. Размораживание клеток. Подсчет количества клеток и % выживших после замораживания/размораживания клеток методом окрашивания красителем трипановым синим и анализа в камере Горяева. Разведение клеточной суспензии до определенной концентрации. 1-ый пассаж.
4. Анализ клеточных линий с использованием инвертированного микроскопа методами светлого поля и фазового контраста. Сравнение методов микроскопирования. Определение конfluэнтности у адгезионной линии и клеточной кластеризации у суспензионной линии. Снятие клеток адгезионной линии с помощью раствора трипсина. Разведение клеточной суспензии до определенной концентрации. 2-ой пассаж.
5. Микроскопический анализ клеток. Учет численности клеток и % живых клеток после окрашивания красителем трипановым синим в камере Горяева. Статистическая обработка результатов. Сравнение количественных данных после размораживания клеток и после 2-ого пассажа.
6. Представление и обсуждение полученных результатов в форме доклада с презентацией.

План лабораторных работ по модулю «Генетический раздел большого практикума» соответствует темам модуля «Генетический раздел большого практикума», п. 8 РПД.

План лабораторных работ по модулю «Микробиологический раздел большого практикума»

1. Обсуждение плана занятий. Потребности микроорганизмов. Питательные среды и условия культивирования. Классификация и способы приготовления питательных сред. Расчёт состава сред. Расчет потребностей микроорганизмов в питательных субстратах методом математического моделирования с использованием биоля.
2. Стерилизация: методы и способы стерилизации. Строение автоклава. Подготовка посуды, сред, инструментов к стерилизации. Методы контроля стерилизации. Проведение стерилизации.
3. Методы посева на твердые элективные среды.

4. Учет численности микроорганизмов методом Коха. Статистическая обработка результатов.
5. Метод прямого учета численности микроорганизмов в камере Горяева. Статистическая обработка результатов.
6. Рост микроорганизмов на плотных питательных средах. Описание морфологии колоний.
7. Исследование морфологии бактерий при микроскопировании. Приготовление препаратов живых микроорганизмов для светового микроскопирования. Методы окраски по Граму, окраска жгутиков и т.д.
8. Исследование морфологии микроскопических грибов при микроскопировании.
9. Исследование морфологии микроскопических водорослей при микроскопировании.
10. Рост микроорганизмов на жидких питательных средах. Описание характера роста. Нахождение удельной скорости роста, периода удвоения.
11. Зависимость удельной скорости роста от концентрации лимитирующего субстрата. Нахождение экономического коэффициента. Траты на поддержание.
12. Определение актуальной активности азотобактера по методу Виноградского.
13. Санитарно-показательная микрофлора. Определение коли-титра и коли-индекса трехэтапным бродильным методом.
14. Изучение использования соединений азота и углерода микроорганизмами.
15. Изучение отношения микроорганизмов к молекулярному кислороду.
16. Определение способности к брожению.
17. Определение внеклеточных ферментов (на примере амилалитической активности микроорганизмов).
18. Определение антибиотической активности микроорганизмов.
19. Оценка антибиотикорезистентности бактерий.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов организуется в двух формах:

– аудиторной – участие в дискуссиях, анализ заданий лабораторных работ и их результатов, ответах на поставленные вопросы. Приготовление питательных сред, контроль за развитием культур, обработка полученных результатов, подготовка отчетов.

– внеаудиторной – проработка занятий, изучение отдельных тем курса по рекомендуемой учебной литературе и электронным сетевым источникам, подготовка к лабораторным занятиям, а также ко всем видам контроля, включая промежуточный контроль по дисциплине.

Самостоятельная работа предусмотрена по каждой теме дисциплины и на каждой неделе занятий.

Тематика самостоятельной работы дисциплины по модулям представлена в Фонде оценочных средств.

Во время самостоятельной работы при подготовке к лабораторным работам, текущей и промежуточной аттестации, обучающийся может использовать рекомендованные литературные источники и интернет-ресурсы, а также иные источники информации (статьи в периодических изданиях и др.), позволяющие получать современную информацию об исследованиях в области цитологии, генетики и микробиологии.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

1. Беляева Т.Н., Харина Т.Г., Пулькина С.В., Бутенкова А.Н. Практикум по репродуктивной биологии семенных растений: учебное пособие. - Томск: Издательский дом Томского государственного университета. – 2014. – 68 с.
2. Баранов В.С., Т.В. Кузнецова Цитогенетика эмбрионального развития человека: Научно-практические аспекты / Баранов В.С., Кузнецова Т.В. – СПб: Издательство Н-Л, – 2006.- 640с.
3. Пухальский В.А. и др. Практикум по цитологии и цитогенетике растений / В.А. Пухальский, А.А. Соловьев, Е.Д. Бадаева, В.Н. Юрцев // М.: Колос С. – 2007. – 198 с.
4. Рубцов Н.Б. Методы работы с хромосомами млекопитающих. Учебное пособие / Новосибирск: Изд-во НГУ. – 2006. – 152 с.
5. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Учебник для студентов высших учебных заведений / Санкт-Петербург: Изд-во Н-Л. – 2015. – 720 с.
6. Тихомирова М.М. Генетический анализ / Л.: Изд-во ЛГУ. – 1990. – 280 с.
7. Терещенко Н.Н. Практикум по микробиологии для оценки плодородия почвы и качества грунтов: Учебно-методическое пособие для студ. биол. специальностей / Н.Н. Терещенко, Е.Е. Акимова, О.М. Минаева / Томск: ТГУ. – 2011. – 96 с.
8. Просеков А.Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие, 2-е издание, исправ. и доп. / А.Ю. Просеков, Л.С. Солдатова, И.С. Разумникова, О.В. Козлова / Спб.: Проспект Науки. – 2012. – 320 с.
9. Колычев Н.М. Руководство по микробиологии и иммунологии: Учебное пособие / Н.М. Колычев, В.Н. Кисленко, Л.Г. Белов и др. / М.: НИЦ ИНФРА/ – 2016. – 254 с.
10. Ксенофонтов Б.С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие / Б.С. Ксенофонтов / М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА – М. – 2015. – 224 с.
11. Фрешни, Р. Я. Культура животных клеток : практическое руководство / Р. Я. Фрешни ; Ю. пер., Т. И. Хомякова. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2022. — 789 с. — ISBN 978-5-00101-974-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115583.html> (дата обращения: 20.08.2023).
12. Методы культивирования клеток / под ред. Г. П. Пинаева, М. С. Богдановой. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2008. – 278 с.

### б) дополнительная литература:

1. Гостимский С.А. и др. Практикум по цитогенетике / М.: МГУ. – 1974. – 171 с.
2. Дарлингтон С.Д., Ла Кур Л.Ф. Хромосомы. Методы работы / М.: Атомиздат. – 1980. – 182 с.
3. Назаренко С.А., Яковлева Ю.С. Цитогенетика человека и хромосомные болезни / Томск: СТТ. – 2001. – 84 с.
4. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / М.: Агропромиздат. – 1988. – 272 с.
5. Полонская Н.Ю., Егорова О.В. Основы цитологической диагностики и микроскопическая техника / М.: Академия. – 2005. – 160 с.
6. Методическое пособие по общей генетике. Под ред. Ильинских Н.Н. / Томск.: ТГУ. – 1988. – 112 с.
7. Макаров В.Б., Сафонов В.В. Цитогенетические методы анализа хромосом / М.: Наука. – 1978. – 85 с.

8. Определение числа хромосом и описание их морфологии в меристеме и пыльцевых зернах культурных растений. Методические указания / Л.: ВИР. – 1986. – 64 с.

9. Орлов В.Н., Чудиновская Г.А., Крюкова Е.П. Исследование хромосомных наборов млекопитающих. Методическое руководство / М.: Наука. – 1976. – 36 с.

10. Трофимов В.А. и др. Хромосомный анализ / В.А. Трофимов, В.И. Кудряшова, Ю.Б. Мадонина, О.Н. Аксенова, А.А. Дудко / Саранск: Рузаевский печатник. – 2003. – 32 с.

11. Цитленок С.И., Козлова А.А., Пулькина С.В. Практикум по цитологии и гистологии. Учебное пособие / Томск: Изд-во ТГУ. – 2007. – 100 с.

12. Орлова Н.Н. Генетический анализ / М.: Изд-во МГУ. – 1991. – 318 с.

13. Новиков Ю.М. Генетика: решение и оформление задач, основные термины, понятия и законы. Учебное пособие / Томск: Изд-во ТГУ. – 2006. – 260 с.

14. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – 5-е изд., перераб. и доп. / М.: Дрофа. – 2004. – 256 с.

15. Джей Дж. М. Современная пищевая микробиология / Джей Дж. М., Лесснер М. Дж., Гольден Д. А. / М.: Изд-во Лаборатория знаний. – 2014. – 888 с.

16. Чхенкели, В. А. Биотехнология: учеб. пособие / В. А. Чхенкели / СПб.: Проспект Науки. – 2014. – 336 с.

17. Шлегель Г. (Ред.). Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х тт. (комплект) / М.: Мир. – 2013.

18. Введение в биотехнологию: учебник. 2-е изд. А.И. Нетрусов / М.: Академия. – 2015. – 208 с.

19. Бухар М. Популярно о микробиологии / М.: Изд-во Альпина Нон-фикшн. – 2015. – 218 с.

20. Благовещенская Е.Ю. Фитопатогенные микромицеты: Учебный определитель. – Изд-во ЛЕНАНД, 2015. – 240 с.

Емцев В.Т., Мишустин Е.Н, Микробиология: учебник для вузов / М.: Дрофа. – 2006. – 444 с.

21. Клетки по Льюину / Окс Реймонд, Джоуклин Кребс Е., Дэвид Бир Дж. [и др.] ; под редакцией Л. Кассимерис [и др.] ; перевод И. В. Филиппович. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2018. — 1057 с. — ISBN 978-5-00101-587-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88935.html> (дата обращения: 20.08.2023).

22. Роль цитоскелета в жизнедеятельности культивируемых клеток / под ред. Г. П. Пинаева, М. С. Богдановой, А. М. Кольцовой. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2013. – 190 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Каюмов А.Р., Гимадудинов О.А. Практикум по молекулярной генетике. Учебно-методическое пособие. Казань, КФУ, 2016. – 36 с. – URL: <http://kpfu.ru/portal/docs/F455807507/Praktikum.po.mol.pdf> (дата обращения 16.03.2021).
2. <http://www.booksmed.com/mikrobiologiya/214-mikrobiologiya-s-osnovami-virusologii-koleshko.html> (дата обращения 22.08.2023).
3. <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0130:article> – Энциклопедия по микробиологии (дата обращения 22.08.2023).
4. <http://www.cbio.ru> – Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология» (дата обращения 22.08.2023).

5. <http://www.scholar.ru> – Поиск научных публикаций (дата обращения 22.08.2023).
6. <http://www.sciam.ru/rubric/biotechnology.shtml> – Ежемесячный научно-информационный журнал «В мире науки». Биотехнологии (дата обращения 22.08.2023).
7. <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-kletochnye-tehnologii> – Научно-популярный онлайн-проект «Биомолекула».

### 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);

– публично доступные облачные технологии (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

Обучение по модулям «Цитологический раздел большого практикума» и «Генетический раздел большого практикума» проводится на базе:

– лабораторной аудитории № 230, главного учебного корпуса ТГУ, имеющей:

1. Световые микроскопы: Биомед 5 (7 шт.) Carl Zeiss Primo Star (2 шт.)

2. Вспомогательные оптические приборы: микрофотонасадки (МФН-12,5), Окуляр –микрометры винтовые, демонстрационные насадки, Рисовальные аппараты (РА-1).

3. Микроскоп Цейс “AxioStar plus”с системой микрофотосъемки, цифровая камера Canon power shot A 640 и программой архивирования, документирования и измерения AxioVision Rel 4.7.

4. Стереоскопические микроскопы (МБС-9,10,МС) (16 шт.)

5. Компьютеры (2 шт.)

6. Лабораторное оборудование для практических занятий (лабораторные столы, термостаты, холодильник, аналитические весы, спиртовки и др.).

– помещения и лабораторного оборудования Центра коллективного пользования ЭКОГЕН ТГУ (НИИ ББ, комн. 51).

Обучение по модулю «Клеточные культуры» проводится на базе помещения и лабораторного оборудования Центра коллективного пользования ЭКОГЕН ТГУ (НИИ ББ, комн. 03):

1. Ламинарный шкаф.

2. Холодильник.

3. CO<sub>2</sub> инкубатор.

4. Инвертированный микроскоп.
5. Водяная баня.
6. Центрифуга.
7. Компьютер.

Обучение по модулю «Микробиологический раздел большого практикума» проводится на базе:

лабораторной аудитории № 035, главного учебного корпуса ТГУ, имеющей необходимое микробиологическое оборудование:

1. Вытяжной шкаф.
2. Ламинарный шкаф.
3. Холодильник.
4. Автоклав.
5. Термостаты.
6. Платформы для культивирования микроорганизмов.
7. Микроскопы.
8. Бинокулярные лупы.
9. Счетчики колоний.
10. Весы.

Аудитории для 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.

### **15. Информация о разработчиках**

Митренина Елизавета Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ («Цитологический раздел большого практикума»).

Ананьина Татьяна Викторовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ («Клеточные культуры»).

Артемов Глеб Николаевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ («Генетический раздел большого практикума»).

Минаева Оксана Модестовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии БИ ТГУ («Микробиологический раздел большого практикума»).