

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Лизунова Лариса Рейновна

Должность: Проректор по образовательной деятельности и информатизации

Дата подписания: 15.09.2025

Уникальный программный ключ:

2df9c6861881908afc45bec7d3c3932fa758d4b545fa3be46a642db74e588dff

Министерство просвещения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет»

Центр дополнительного образования "Дом научной коллаборации им. А.А.Фридмана"

«СОГЛАСОВАНО»



Директор института ДО
Н.А. Красноборова

«15» сентября 2025 г.

«УТВЕРЖДАЮ»



и.о. ректора А.Н. Сарапулов



«15» сентября 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ)
ПРОГРАММА

"Клеточная и молекулярная биология"

Направление программы - естественнонаучное

Возраст обучающихся - 16-18 лет

Объем - 36 часов

г. Пермь

2025

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа разработана в Центре дополнительного образования "Дом научной коллаборации им. А.А.Фридмана" в соответствии с приложением 1.2 к лицензии на ведение образовательной деятельности от 01.07.2016 г. № 2239 "Дополнительное образование детей и взрослых"

Разработчики:

Лаврский А.Ю., кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и географии,
Лаврская Е.А., аспирант ПГНИУ, ассистент кафедры биологии и географии ПГГПУ.

Аннотация

Программа имеет практикоориентированный характер, позволяет активизировать познавательную деятельность учащихся в области биохимии и наук о структуре живой клетки, получить и в дальнейшем совершенствовать навыки самостоятельной исследовательской работы с применением классических и современных методов и оборудования. Основной формой работы учащихся является решение кейсов, практическая, экспериментальная деятельность под руководством опытных наставников. Результатом работы учащихся является самостоятельно спланированный и реализованный проект по клеточной биологии или микробиологии с уклоном в молекулярную биологию и биохимию, с последующей групповой защитой.

Наполняемость групп: 12 человек.

Режим занятий: 3 академических часа в неделю.

1. Цель и задачи образовательной программы

Цель программы: вовлечение учащихся в проектно-исследовательскую деятельность, формирование у них компетенций в области цитологии, микробиологии и молекулярной биологии.

Задачи программы:

Обучающие:

- Формирование у учащихся необходимой базы теоретических знаний, о живых организмах начиная с клеточного и молекулярного уровня, изучение базовых понятий, общей терминологии;
- Ознакомление с основными принципами работы в лаборатории, техникой безопасности при работе с живыми объектами и их культурами как *ex vitro* так и *in vitro*, приемами поддержания асептики;
- Обучение приемам работы с современным исследовательским оборудованием;
- Приобретение навыков самостоятельного поиска научных сведений в печатных и цифровых литературных источниках и их последующего анализа;
- Формирование навыков самостоятельного получения и обработки биологических данных с помощью математических приемов, современного программного обеспечения и открытых ресурсов сети Internet;
- Приобретение навыков планирования и реализации проектно-исследовательской деятельности, формирование и развитие творческих способностей учащихся;
- Формирование навыков обобщения полученных сведений и представления научных данных в виде презентаций и докладов;

Развивающие:

- Формирование критического мышления, креативного мышления;
- Получение навыков эффективной коммуникации, кооперации;
- Расширение словарного запаса;
- Способствование развитию памяти, внимания, мышления, изобретательности;
- Развитие алгоритмического мышления при выполнении сложных задач;
- Формирование интереса к биологическим и общим естественнонаучным знаниям;
- Формирование умения практического применения полученных знаний;
- Формирование представлений об ответственности за последствия применения тех или иных методов, понимания причинно-следственных связей в функционировании биосистем различного уровня сложности;
- Приобретения навыков знаково-символьного представления научной информации, визуализации, подбора иллюстративных материалов;
- Формирование навыков публичных выступлений с докладами, презентациями и т. п.;

- Формирование умения формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение, вести научный спор;
- Приобретение навыков планирования собственной проектно - исследовательской деятельности.

Воспитательные:

- Воспитание аккуратности и дисциплинированности при выполнении работ различного назначения;
- Формирование положительной мотивации к трудовой деятельности, подкрепление положительного опыта;
- Способствование формированию опыта совместного и индивидуального интеллектуального творчества при выполнении командных заданий, культуры командной работы;
- Воспитание трудолюбия, уважения к труду;
- Формирование чувства коллективизма и взаимопомощи;
- Воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за отечественные достижения в области биологической науки.

Формы занятий:

- мастер-классы
- лабораторно-практические работы, в т.ч. эксперименты
- беседы
- решение кейсов
- проектирование

Методы, используемые на занятиях:

- проблемные (методы проблемного изложения)
- исследовательские - обучающиеся сами получают новые знания различными способами, в т.ч. эксперимент;
- практические (упражнения, задачи, с использованием профильного программного обеспечения);
- словесные (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы, цифровых источников);
- наглядные (демонстрация мультимедийных материалов, презентаций, схем и т.д.);
- эвристические (частично-поисковые) — обучающимся предоставляется большая возможность выбора вариантов;
- иллюстративно-объяснительные;

2. Прогнозируемые результаты и способы их проверки

Личностные результаты:

- Развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- Умение критического восприятия информации и избирательности её восприятия;
- Осмысление мотивов своих действий;
- Развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- Развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- Формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися
- Освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- Умение ставить задачу и формировать ее приоритет;
- Умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;

- Умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- Умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- Способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- Умение адекватно соотносить планируемые результаты деятельности и способы их достижения;
- Умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- Способность проявлять познавательную инициативу в сотрудничестве;
- Умение решать проблемы творческого характера в различных ситуациях;
- Умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- Умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- Умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- Умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- Умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- Умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- Умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- Умение моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);
- Умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельно достраивать с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- Умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- Умение выслушивать собеседника и вести диалог;
- Признавать возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- Умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- Умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- Умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- Умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- Владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

В результате освоения программы обучающиеся должны:

- Иметь необходимую базу теоретических знаний, о живых организмах начиная с клеточного и молекулярного уровня;

- Владеть биологической терминологией;
- Уметь манипулировать базовыми биологическими понятиями;
- Иметь представление об организации исследовательской работы в лаборатории;
- Владеть техникой безопасности при работе с живыми объектами и их культурами как *ex vitro* так и *in vitro*;
- Владеть приемами поддержания асептики сред, культур и оборудования;
- Иметь опыт работы с современным исследовательским оборудованием биологического профиля, знать области применения, характеристики исследовательских методов;
- Иметь навыки самостоятельного поиска научных сведений в печатных и цифровых литературных источниках и их последующего анализа, классификации, составления личного и коллективного архива тематической литературы;
- Иметь навыки самостоятельного получения и обработки биологических данных с помощью математических приемов;
- Иметь навыки работы с современным программным обеспечением биологического профиля;
- Уметь пользоваться открытыми информационными ресурсами сети Internet, базами данных;
- Уметь организовывать проектно-исследовательскую деятельность;
- Уметь применять творческие способности при решении нестандартных задач;
- Уметь анализировать и обобщать полученные результаты, формулировать конкретные выводы;
- Владеть приемами представления научных данных в виде знаково-символьных конструкций, визуализаций, информативных и удобных для восприятия;
- Уметь грамотно подбирать и обрабатывать иллюстративный материал для представления результатов исследований;
- Иметь опыт публичных выступлений, докладов, обсуждений результатов работы, презентаций проектов.

Формы подведения итогов реализации программы

Подведение итогов реализуется в рамках защиты результатов проектов.

Формы демонстрации результатов обучения

Представление результатов образовательной деятельности пройдет в форме публичной презентации командами реализованных проектов и последующей рефлексии.

3. Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов			Формы работы и оценки результата
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение. Знакомство с лабораторией. Техника безопасности при работе в лаборатории микробиологии, биотехнологии и молекулярной биологии. Знакомство с устройством светового микроскопа. Документирование изображений.	3	1	2	Групповая работа

2	Классические методы микробиологии. Основы работы с культурами микроорганизмов. Изготовление простого окрашенного мазка. Работа с иммерсионными объективами.	3	1	2	<i>Работа в группах. Выбор темы проектов. Решение кейса 1.</i>
3	Классические методы пробоподготовки для световой микроскопии. Изготовление постоянного препарата многоклеточных эукариот.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 2.</i>
4	Приготовление питательных сред для микроорганизмов. Анализ микрофлоры воздуха седиментационным методом и с использованием импактора.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 3.</i>
5	Изготовление временных витальных препаратов. Поглощение веществ эукариотической клеткой. Плазмолиз и деплазмолиз.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 4.</i>
6	Сложное окрашивание микроорганизмов по Граму. Выделение бактерий в чистую культуру.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 5.</i>
7	Определение размеров микрообъектов. Препараты меристем. Митоз. Подсчет митотического индекса.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 6.</i>
8	Изучение влияния химических факторов на рост микроорганизмов	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 7.</i>
9	Командная проектная работа. Работа с научной литературой и электронными источниками сети Интернет, электронными библиотечными системами. Основы статистических вычислений на ПК. Подготовка шаблона исследовательского проекта.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 8.</i>
10	Анализ обсемененности поверхностей микроорганизмами и эффективности антисептиков. Закладка опыта по маслянокислому брожению.	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 9.</i>
11	Изучение возбудителей молочнокислого и маслянокислого брожения	3	1	2	<i>Работа в группах. Решение кейса 10. Завершение работы над проектами</i>
12	Заключительная конференция, защита проектов.	3	1	2	Защита проектов, обсуждение результатов
Всего		36	12	24	

4. Содержание тем программы

Занятие 1. Введение. Работа в лаборатории. Техника безопасности.

Кейс-задача и проблематика:

Как работать с потенциально – опасными средами, биологическими объектами и лабораторными приборами? Можно ли увидеть живую клетку под микроскопом и понаблюдать за ней? Как настроить световой микроскоп, чтобы реализовать его максимальную разрешающую

способность? Можно – ли получить цифровые изображения микрообъектов и обработать их?

Содержание работы:

Учащиеся знакомятся с организацией лаборатории микробиологии и биотехнологии, с основными видами работ, проводимых в ней и основным оснащением.

Осваивают технику безопасности при работе с аппаратурой, реактивами, многоклеточными и одноклеточными живыми организмами и их культурами. Учатся приемам сохранения асептических условий при изготовлении сред и пересеве чистых культур микроорганизмов.

Обучающиеся знакомятся с настройкой светового микроскопа по Кёлеру. Изучают способы документирования микроизображений, в том числе цифрового документирования, и возможности их дальнейшей обработки. Знакомятся со свободным программным обеспечением, применимым для биологических микроизображений.

Занятие 2. Классические методы микробиологии, работа с культурами микроорганизмов.

Кейс-задача и проблематика: Бактерии чрезвычайно малы, многие из них потенциально опасны. Можно ли безопасно работать с ними? Как выбрать из смешанной культуры определенные клетки, получить их чистую культуру и визуально изучить морфологические признаки?

Содержание работы:

В рамках занятия учащиеся узнают, что изучает микробиология, какие методы она использует, какие практические задачи могут быть решены её методами. Осваивают изготовление простого окрашенного мазка чистой культуры бактерий, а также выделение чистых культур бактерий; Засевают модельные культуры для дальнейших опытов.

Занятие 3. Классические методы пробоподготовки для световой микроскопии.

Кейс-задача и проблематика:

Для изучения биологических объектов с помощью светового микроскопа, они должны быть прозрачными, а их внутренние структуры – контрастными, но живые организмы далеко не всегда отвечают этим характеристикам, как этого достичь? Как правильно использовать световой микроскоп, и можно ли с его помощью изучать абсолютно прозрачные, неокрашенные объекты?

Содержание работы:

Учащиеся знакомятся с классификацией методов световой микроскопии и основами пробоподготовки для исследований биологических объектов ее методами. Изучают конструкции гистопроцессоров, микротомов. Изготавливают микросрезы на санном микротоме, производят их депарафинирование, окрашивание для гистоморфологических исследований, заключение в монтирующую среду и документирование.

Занятие 4. Приготовление питательных сред для микроорганизмов. Анализ микрофлоры воздуха.

Кейс-задача и проблематика:

Живут ли бактерии в воздухе помещений? Как их посчитать? Как и из чего готовят питательные среды, чтобы бактерии могли на них расти?

Содержание работы:

Учащиеся готовят стерильные питательные среды для культур бактерий, разливают их в чашки Петри и пробирки («косой агар»). Осуществляют забор проб воздушной среды в помещениях университета с целью анализа микробной обсемененности седиментационным методом и с помощью переносного импактора.

Занятие 5. Изготовление временных витальных препаратов, поглощение веществ эукариотической клеткой.

Кейс-задача и проблематика: Зависит ли проницаемость биологических мембран от различных факторов среды, в том числе, химических? Как влияют различные ионы на проницаемость биомембран и живой цитоплазмы растительных клеток?

Содержание работы:

Учащиеся осваивают приемы изготовления витальных препаратов растительных тканей, приемы витальной окраски и наблюдения за процессами в живых клетках средствами световой микроскопии. Изучают влияние ионного состава среды на процессы поглощения молекул растительной клеткой. Снимают опыт по анализу микрофлоры воздуха, осуществляют обработку результатов на ПК, делают выводы.

Занятие 6. Изготовление мазков культур микроорганизмов. Окраска по Граму. Посев культур бактерий.

Кейс-задача и проблематика: У различных таксономических групп бактерий по-разному устроен комплекс клеточной стенки и мембран. Как отличается его строение, как это можно выявить, и как окрашиваются по Граму референсные штаммы и представители, живущие в воздухе?

Содержание работы:

Учащиеся осваивают изготовление простого окрашенного мазка культуры бактерий, а также дифференциальное окрашивание по Граму. Знакомятся со строением клеточных стенок Г+ и Г- бактерий.

Занятие 7. Определение размеров микрообъектов. Препараты меристем. Митоз. Подсчет митотического индекса.

Кейс-задача и проблематика: Чтобы расти, любой организм должен увеличивать свою биомассу, и, как правило, число клеток. Как делятся клетки, какие фазы жизненного цикла при этом проходят, и как отличить их визуально? Можно ли установить скорость деления клеток в ткани, изучая ее на препаратах? Какие бывают хромосомы, и сколько их в клетках различных организмов?

Содержание работы:

В рамках занятия учащиеся осваивают приемы изготовления давленных препаратов меристем, знакомятся с жизненным циклом эукариотической клетки и митотическим делением, осуществляют поиск и идентификацию на препаратах клеток в различных фазах митоза, подсчет митотического индекса. Изучают кариотип эукариотической клетки, идентифицируют хромосомы по морфологическим признакам, составляют идиограмму.

Занятие 8. Влияние факторов среды на рост культур бактерий. Суспензионные культуры.

Кейс-задача и проблематика: Как известно, бактериальные культуры растут сравнительно быстро. За несколько часов всего из нескольких клеток на питательной среде численность бактерий может вырасти до миллиардов! Какие бывают культуры бактерий, и где рост происходит интенсивнее? Как влияют на рост бактерий физические и химические факторы?

Содержание работы:

Учащиеся осваивают выращивание бактерий в суспензионных культурах, знакомятся с особенностями их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, токсикантам, антибиотикам. Осваивают посев на агар сплошным газоном, точное дозирование жидких сред методом пипетирования, учатся работать с автоматическими дозаторами.

Закладывают опыты по влиянию на рост бактериальных культур антибиотиков и других физических и химических факторов среды.

Занятие 9. Командная проектная работа. Работа с научной литературой и электронными источниками сети Интернет, электронными библиотечными системами. Основы статистических вычислений на ПК. Подготовка шаблона исследовательского проекта.

Кейс-задача и проблематика:

1. **Что такое проект.** Какие бывают проекты. Структура проекта, его жизненный цикл. Потребность и проблема, как источник идеи проекта. Способы генерации идей проекта. Целеполагание по SMART. Поиск решения. Планирование. Реализация замысла. Финализация.

2. **Команда проекта.** Роли участников проекта, их зона ответственности за общий результат. Компетенции членов команды, способы коммуникации в команде. Мягкие и жесткие навыки (soft & hard skills), как их развивать. Правила работы в команде.
3. **Результат проекта.** Как представлять. Что такое презентация и групповая защита проекта. Кто и по каким критериям будет оценивать результат проекта. Дальнейшая судьба проекта. Защита авторских прав на проект. Самооценка результата проекта. Рефлексия как обязательный элемент подведения итогов проекта.

Содержание работы:

Учащиеся осваивают навыки командной проектной работы. Осваивают методы поиска, сохранения и систематизации материалов сети Интернет по интересующей научной тематике. Осваивают основы статистической обработки данных эксперимента в стандартных программах на персональном компьютере. Заполняют шаблон своего исследовательского проекта, учатся делать библиографические ссылки, формируют список литературных источников к работе.

Анализируют полученные данные, обобщают и делают выводы.

Занятие 10. Анализ обсемененности поверхностей микроорганизмами и эффективности антисептиков. Закладка опыта по маслянокислому брожению.

Кейс-задача и проблематика: Много ли бактерий на самом деле живет на поверхностях рук, и предметов, окружающих нас? Как их посчитать, и какие поверхности считать чистыми, или же загрязненными? Действительно ли мыло и антисептики снижают количество микроорганизмов на руках? Какое мыло лучше, и можно ли заставить компьютер считать бактерий вместо исследователей?

Содержание работы:

Учащиеся знакомятся с методами учета микробной обсемененности поверхностей в помещениях. Осуществляют сбор проб и посев на агаризованную питательную среду. Совершенствуют навыки точного дозирования веществ. Снимают опыт по влиянию токсикантов и антибиотиков на рост бактериальных культур, производят расчеты и формулируют выводы. Закладывают опыт по изучению возбудителей маслянокислого брожения.

Занятие 11. Изучение возбудителей молочнокислого и маслянокислого брожения.

Кейс-задача и проблематика: Какие микроорганизмы живут в привычных для нас молочных продуктах, продаваемых в магазинах, и где их больше? Правду ли говорят в рекламе о полезных бактериях в йогуртах? Можно ли из неприятного запаха несвежего картофеля получить вполне привлекательный аромат, и чем при этом помогут бактерии?

Содержание работы:

Учащиеся знакомятся с химизмом маслянокислого и молочнокислого брожения, культурами молочнокислых бактерий в пищевых молочнокислых продуктах. Делают окрашенный мазок и микроскопируют различные пробы с иммерсией. Документируют обнаруженные микроорганизмы. Определяют родовую принадлежность обнаруженных возбудителей молочнокислого брожения по морфологическим признакам с использованием краткого атласа – определителя. Знакомятся с возбудителями маслянокислого брожения. Учащиеся консультируются с преподавателями по доработке и оформлению групповых исследовательских проектов.

Занятие 12. Заключительная конференция, защита проектов.

Кейс-задача и проблематика:

Учащимся необходимо защитить свой исследовательский проект и его результаты в ходе настоящей конференции.

В течение доклада, который делает одна группа, остальная аудитория анализирует и оценивает их работу, задает вопросы по методике, содержанию и результатам.

Кроме того присутствуют эксперты (руководители групп, а также преподаватели).

Эксперты оценивают доклад, презентацию, вопросы данной команды по 10 бальной шкале.

Суммарный балл формирует рейтинг, который озвучивают в конце конференции.

Оrientировочные критерии оценки, и тематика вопросов к докладчикам:

- Практическая значимость исследований;
- Дальнейшие перспективы ваших исследований, и собираетесь ли вы в дальнейшем уделять внимание данной теме;
- Общее качество инфографики и иллюстративного материала;
- Точность методов исследований;
- Качество расчетов и математической обработки первичных данных;

Содержание работы:

Группы учащихся делают доклады, сопровождаемые презентациями по результатам своих исследовательских проектов. Учащиеся и комиссия участвуют в обсуждениях, задают вопросы. Докладчики отвечают на вопросы, защищают свой проект.

Заключительные слова руководителей групп и членов комиссии по работе проектных групп и программы.

5. Условия реализации программы

Кадровые условия реализации программы

Программа реализуется силами кафедр и подразделений университета, обладающими необходимыми и достаточными кадровыми ресурсами

Требования к кадровым ресурсам:

- знание возрастной педагогики и психологии;
- опыт работы с детьми;
- опыт реализации и управления проектами;
- знание современных средств оценивания;
- непрерывность профессионального развития педагога.

Компетенции педагогического работника, реализующего дополнительную образовательную программу:

- обеспечивать условия для успешной деятельности, позитивной мотивации, а также самомотивирования обучающихся;
- осуществлять самостоятельный поиск и анализ информации с помощью современных информационно-поисковых технологий;
- организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими индивидуального проекта;
- уметь интерпретировать результаты достижений обучающихся;
- ориентироваться в современных биологических методах исследования;
- иметь навыки работы с современным лабораторным оборудованием;
- владеть общими навыками лабораторных исследований;
- уметь работать с типовым программным обеспечением для биологических исследований и математических расчетов.
- иметь навыки работы с культурами микроорганизмов;
- иметь представление о технике безопасности при работе в лабораториях микробиологии, молекулярной биологии, молекулярной генетики.
- иметь навыки работы с инфографикой;

Материально-технические условия реализации программы

Аппаратное и техническое обеспечение:

1. Ламинар-бокс на 2 рабочих места;
2. Автоклав;
3. Аквадистиллятор;
4. Вытяжной шкаф;

5. Аналитические весы электронные;
6. pH-метр электронный;
7. Персональные компьютеры с ОС Windows и доступом в Internet;
8. 1-канальные автоматические дозаторы переменного объема, 1000-5000 мкл ;
9. 1-канальные автоматические дозаторы переменного объема, 100-1000 мкл ;
10. 1-канальные автоматические дозаторы переменного объема, 10-100 мкл;
11. Холодильник для хранения реактивов и культур;
12. Магнитные мешалки;
13. Термостат (до 50°C);
14. Сушилка для лабораторной посуды настенная;
15. Микроскопы бинокулярные, оснащенные иммерсионными объективами 100X;
16. Аудитория, оснащенная доской и мультимедийным проектором.

Программное обеспечение:

№	Наименование	Назначение	Особенности распространения
1.	ImageJ	Программа для автоматического анализа различных изображений. Многофункциональна.	Свободно распространяемая
2.	JpegView	Программа для обработки изображений.	Свободно распространяемая
3.	MiCam	Программа для получения микроизображений	Свободно распространяемая

Расходные материалы:

1. Одноразовые стерильные наконечники для дозаторов с фильтрами, в штативах;
2. Референсные штаммы непатогенных бактерий и грибов ATCC и других коллекций (биолюминесцентные штаммы E.Coli, AFP – штаммы и др.);
3. Микробиологические петли и пинцеты;
4. Агаризованные и жидкие питательные среды для культур микроорганизмов;
5. Наборы реактивов и микробиологических красителей;
6. Пробирки типа «Эппендорф» различных объемов;
7. ИФА – планшеты 96 лунок;
8. Пробирки с ватно-марлевыми пробками;
9. Чашки Петри;
10. Наборы для калибровки аппаратуры.

7. Примеры проектных кейсов, направленные на освоение разделов программы.

Кейс 1. Световой микроскоп. Документирование изображений.

Цель кейса: Научиться правильно работать со световым микроскопом, производить настройку освещения по Кёлеру, осуществлять ручное и цифровое документирование изображений, проводить микрометрические измерения.

1.1 Изучить правила работы со световым микроскопом, в том числе, с иммерсионным объективом.

Материалы и оборудование:

1) Биологический световой микроскоп; 2) Фиксированные препараты многоклеточных организмов и их клеток; 3) Препараты бактерий; 4) Иммерсионное масло; 5) Бензин;	6) Небольшие кусочки мягкой материи; 7) Тринокулярная насадка и цифровая камера для работы с микроскопом; 8) Персональный компьютер с программным обеспечением «MiCam»; 9) Линейки; 10) Клеевой карандаш; 11) Цветные карандаши.
---	---

Ход работы:

1. Аккуратно достать из шкафа микроскопы, под руководством преподавателя подготовить их к работе.
2. Занести в тетрадь номер микроскопа 1-12, нанесенный на станине. На последующих занятиях всегда работать с микроскопом соответствующего номера.
3. Вклеить в тетрадь выданный преподавателем рис. 1. таким образом, чтобы с обеих сторон можно было разместить подписи.



Рис.1 Микроскопы «МБР - 1» (а) и «Микмед - 6» (б)

4. Под руководством преподавателя и с использованием печатных и мультимедийных ресурсов нанести указатели основных частей и органов управления светового микроскопа, после чего сделать к ним соответствующие подписи.

1.2 Настройка освещения по Кёлеру. Теоретические и практические основы.

Ход работы:

1. Осуществить настройку освещения по Кёлеру, теоретически изучить необходимость этой процедуры.
2. Микроскопировать и осуществить ручное документирование 3-5 постоянных препаратов эукариот (зарисовать в тетради используя цветные карандаши). При этом следует нанести указатели и подписи основных структур клеток, сначала карандашом, затем показать преподавателю, после чего можно обвести ручкой.
3. Используя координатную линейку на препаратоподводителе микроскопа занести в тетрадь координаты нескольких (1-2) интересующих объектов, обнаруженных на препаратах.
4. Пользуясь полученными координатами найти объекты на преподавательском микроскопе, оснащённом тринокулярной насадкой с камерой, и произвести съёмку микроизображений.
5. Произвести микрометрическое исследование интересующих объектов с помощью программы MiCam. Записать результат в тетради.

1.3 Работа с иммерсионным объективом.

1. Под диктовку преподавателя записать последовательность действий при работе с масляно - иммерсионным объективом микроскопа.
2. Микроскопировать препарат бактерий, зарисовать в тетради.
3. Пользуясь печатными и мультимедийными материалами идентифицировать морфологический тип бактериальных клеток.
4. Пользуясь бензином и мягкой материей удалить следы иммерсионного масла с объектива микроскопа;
5. Под руководством преподавателя отключить микроскоп, надеть чехол и аккуратно поместить в шкаф.

Кейс 2. Классические методы микробиологии, работа с культурами микроорганизмов.

Цель кейса: Ознакомиться с общими классическими методами микробиологии, принципами дезинфекции и стерилизации сред и оборудования, основами поддержания культур микроорганизмов. Овладеть методикой изготовления простого окрашенного мазка культуры микроорганизмов.

Материалы и оборудование:

1) Чистая культура микроорганизмов;	6) кристаллизатор со штативом;
2) микробиологическая петля;	7) пинцет;
3) спиртовка;	8) микроскоп с иммерсионным объективом;
4) предметные стекла;	9) иммерсионное масло и керосин;
5) готовые красители генцианвиолет или фуксин;	10) промывалка с чистой H ₂ O.

Ход работы:

1. Соблюдая правила асептики (сохранения стерильности) взять микробиологической петлей пробу культуры из пробирки, коснувшись культуральной жидкости кончиком простерилизованной петли. Открывать и закрывать пробирку следует в пламени спиртовки, пробку держать мизинцем правой руки, не касаясь посторонних предметов.
2. Коснувшись кончиком петли нанести культуральную жидкость в середину чистого предметного стекла. Затем обжечь петлю в пламени спиртовки на 3 см с конца до светло- желтого каления. Только после этого, уничтожив бактерий термически, ее можно положить на лоток.
3. На каплю культуральной жидкости нанести маленькую (2-3 мм) каплю чистой воды, НЕ КАСАЯСЬ пипеткой культуральной жидкости.
4. Чистым покровным стеклом, с помощью пинцета сделать мазок образовавшейся капли суспензии М.О. вдоль предметного стекла. Покровное стекло поместить в колбу с дезинфицирующим раствором, не касаясь посторонних предметов.
5. Высушить полученный мазок, под лампой накаливания, или с помощью спиртовки, держа двумя пальцами за узкие стороны, на расстоянии 20-25 см над пламенем. (НЕ ПЕРЕГРЕВАТЬ! иначе препарат будет испорчен!).
6. Провести термическую фиксацию мазка, держа стекло за край пинцетом, мазком вверх, трижды провести стекло через наиболее горячую (верхнюю) часть пламени, в течении нескольких секунд.
7. Остудить препарат, положив его нижней стороной на поверхность деревянного стола, и перемещая с места на место, пока температура не снизится до 35-40° С. (В противном случае стекло лопнет при окрашивании.)
8. Окрасить мазок, наложив на него полоску фильтровальной бумаги, и нанеся несколько капель красителя так, чтобы не осталось белых сухих областей. Окрашивать в течении 60 сек.
9. Положив стекло на штатив над кристаллизатором, смыть фильтровальную бумагу и остатки красителя чистой водой из промывалки.
10. Стряхнуть воду с препарата, и высушить его как в п.5.

11. Микроскопировать с иммерсионным маслом, зарисовать обнаруженные микроорганизмы, определить морфологический тип их клеток.
12. С помощью мягкой ткани удалить с объектива керосином следы иммерсионного масла

Кейс 3. Изготовление мазков культур микроорганизмов. Сложное окрашивание по Граму. Посев чистой культуры бактерий.

Цель кейса: Овладеть теорией и практикой сложного окрашивания бактерий по методике Грама, дифференцировать грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы, научиться готовить среду (ГРМ-агар) и вводить бактерий в чистую культуру.

Работа 3.1 Сложное окрашивание бактерий по методике Грама.

Материалы и оборудование:

- 1) Культуры Г⁺ и Г⁻ бактерий;
- 2) культура неизвестных М.О.;
- 3) все для приготовления простого окрашенного мазка;
- 4) раствор Люголя;
- 5) C₂H₅ОН 96%.

Ход работы:

1. Нанести метку на правую сторону стекла восковым карандашом, чтобы не спутать стороны.
2. Нанести на предметное стекло 3 поперечных непересекающихся мазка микроорганизмов в следующем порядке: а) известные Г⁺ бактерии; б) исследуемые бактерии; в) известные Г⁻ бактерии.

Делать мазки можно с помощью одного покровного стекла, каждый раз поворачивая его чистым краем, чтобы использованный край оставался со стороны предыдущего мазка. Затем следует поместить покровное стекло в стерилизующий раствор.

3. Высушить и фиксировать термически аналогично приготовлению простого окрашенного мазка, после охладить на поверхности стола.
4. Окрасить генцианвиолетом в течение 1 мин, покрыв все 3 мазка одной полоской фильтровальной бумаги.
5. Промыть препарат Н₂О из промывалки, и стряхнуть остатки воды в кристаллизатор.
6. Обработать весь препарат раствором Люголя, каждые ~10 сек добавляя по капле.
7. Промыть препарат Н₂О;
8. В течение 1 мин обрабатывать весь препарат 96% C₂H₅ОН, каждые ~10 сек добавляя по капле.
9. Промыть препарат Н₂О;
10. Окрасить фуксином в течение 1 мин, покрыв все 3 мазка одной полоской фильтровальной бумаги.
11. Промыть препарат Н₂О, высушить и микроскопировать.
12. Зарисовать все 3 мазка, сделать вывод о принадлежности исследуемого М.О. к Г⁺ или Г⁻.

3.2 Приготовление среды для культивирования чистых культур М.О.

Материалы и оборудование:

- 1) Сухая готовая питательная смесь, ГРМ-агар или агар Эндо;
- 2) чистые пробирки;
- 3) ватно-марлевые пробки;
- 4) стерильные чашки Петри;
- 5) дистиллированная вода;
- 6) штативы для приготовления косога агара;
- 7) штативы;
- 8) крафтовая бумага;
- 7) магнитная мешалка;
- 8) технические весы;
- 9) автоклав;

Ход работы:

1. На технических весах взять навеску сухой питательной среды в соответствии с инструкцией.
2. Налить в колбу около половины требуемого объема горячей дистиллированной воды и поставить на мешалку, бросить магнит.

3. Высыпать навеску среды в колбу, включив размешивание на средней скорости, чтобы не летели брызги на стенки колбы.
4. Хорошо промешать среду, чтобы она была однородной, не осталось нерастворенных комков.
5. Выключить перемешивание, подождать пока поверхность раствора успокоится, довести объем до требуемого горячей дистиллированной водой.
6. Повторно хорошо промешать среду в течении 1-2 мин.
7. Выставить пробирки в штатив, разлить среду примерно по 1/3 объема пробирки и плотно закрыть их ватно-марлевыми пробками.
8. Если штатив металлический, целиком упаковать его в крафтовую бумагу и поместить в автоклав, если штативы пластмассовые, пробирки следует достать и поместить вертикально в большие химические стаканы, и закрыть их крафтовой бумагой.
9. Поместить стаканы с пробирками в сетчатые кассеты автоклава или биксы, автоклавировать при 1 атм и 120 °С в течение 25 минут;
10. Достать пробирки из автоклава и кассет, разложить на бок в штативы для застывания косяков.
11. Хранить следует в холодильнике, если предполагается долгосрочное хранение, следует герметично закрыть для предотвращения высыхания.

3.3 Выделение микроорганизмов в чистую культуру

Материалы и оборудование:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1) Смешанная культура М.О., или чашки Петри с колониями М.О. полученные в результате посева воздуха или жидких сред; | 3) микробиологическая петля; |
| 2) чашки Петри с агаром или пробирки со стерильными косяками; | 4) спиртовка; |
| | 5) штатив; |
| | 6) термостат; |

Ход работы:

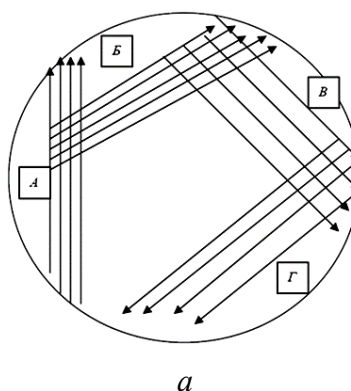
1. Соблюдая правила асептики взять пробу культуры М.О.:

а) если это смешанная культура, необходимо предварительно получить изолированные колонии М.О. методом *истощающегося штриха*, для этого следует наносить штрихи петлей на поверхность стерильного агара в чашке Петри, как показано на рис.1 (а). При этом количество КОЕ (колониеобразующих единиц) с каждым штрихом будет меньше, и в итоге на агаре окажутся отдельные бактерии, которые прорастут в изолированные колонии (рис.1 (б));

б) если чашка Петри - результат посева каких-либо сред, и изолированные колонии уже наблюдаются, нужно взять пробы их культуральной среды.

Для этого следует:

- простерилизовать петлю в пламени спиртовки;
- аккуратно внести в чашку Петри, не открывая крышку, а лишь приподнимая, вносить через образовавшийся зазор сбоку;
- остудить петлю о внутреннюю поверхность чашки, а затем об агар, на свободной от колоний площади;
- коснуться петлей колонии, она как правило имеет полужидкую консистенцию, в петле останется маленькая капля культуральной среды;
- не касаясь петлей посторонних предметов, соблюдая правила асептики открыть пробирку со стерильным косяком в пламени спиртовки, ватно-марлевую пробку держа мизинцем левой руки,



а



б

Рис.1 Нанесение штрихов на стерильный агар (а) и выделение изолированных колоний (б)

также не касаясь посторонних предметов;

- аккуратно внести петлю в пробирку, не касаясь стенок;
- зигзагообразными движениями петли нанести культуральную среду на поверхность косого агара (косяка), покрыв как можно большую площадь;
- закрыть пробирку в пламени спиртовки и поставить в штатив;
- простерилизовать петлю в пламени спиртовки, нагрев до светло-желтого каления, положить в лоток;
- перманентным маркером нанести маркировку на пробирку, где указать:
 - дату посева;
 - Ф.И.О. оператора;
 - вид М.О., или номер колонии или культуры;
 - место сбора пробы, если оно известно.

3. Поставить промаркированные косяки в штатив, поместить его в термостат и инкубировать от 24 часов до 3 суток при температуре 37°C.

4. При необходимости длительного сохранения культур, после инкубации заменить ватно-марлевые пробки на стерильные резиновые, после чего хранить в холодильнике, периодически пересевая на свежий агар.

8. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература:

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Альбертс Б. и др.	Молекулярная биология клетки	Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных
Глик Б., Пастернак Дж.	Молекулярная биотехнология. Принципы и применение	М.: Мир, 2002
Жимулёв И. Ф.	Общая и молекулярная генетика: учебное пособие	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017
Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е. А.	Биотехнология: учебник	М.: Академия, 2010
Коничев А. С., Севастьянова Г. А.	Молекулярная биология: учеб. для студентов вузов	Москва: Академия, 2008
Медведев С. С.	Физиология растений: учебник.	СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
Нетрусов А. И., Котова И. Б.	Микробиология. Университетский курс: учеб. для студентов учр. высш. проф. образования	М.: Академия, 2012
Скворцова Н. Н.	Основы молекулярной биологии: учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015
Тихонов Г. П., Минаева И. А.	Основы биотехнологии: учебно-методическое пособие	Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2009
Тюменцева Е. Ю.	Основы микробиологии: учебное пособие	Омск: Омский государственный институт сервиса, 2015
Шилов И. А.	Экология: Учебник	Москва: Издательство Юрайт, 2017

Шуваева Г. П., Свиридова Т. В.	Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика): учебное пособие	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017
-----------------------------------	---	--

Дополнительная литература:

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Верещагина В. А.	Основы общей цитологии: учеб. пособие для студентов вузов	Пермь: ПГУ, 2005
Вернадский В. И.	Химическое строение биосферы земли и её окружения	Москва: Наука, 2001
Гусев М. В., Минеева Л. А.	Микробиология: учеб. для студентов вузов	М.: Академия, 2004
Ерёмченко О. З.	Учение о биосфере: [учеб. пособие для студентов высш.учеб. заведений]	Москва: Академия, 2006
Зиматкин С.М.	Гистология, цитология и эмбриология: учебное пособие	Минск: Высшая школа, 2013
Марфенин Н. Н.	Экология: [учеб. для студентов учр. высш. проф.образования]	Москва: Академия, 2012
Неверова О. А., Гореликова Г. А.	Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения:	Саратов: Вузовское образование, 2014
Тейлор Д. Грин Н. Стаут У.	Биология в 3-х т., 3-е изд.	М.: Мир, 2004
Шведова В.Н.	Биохимия.:Учебник : в 2 ч.	Москва: Издательство Юрайт, 2017
Якушкина Н. И., Бахтенко Е. Ю.	Физиология растений: учеб. для студентов вузов	Москва: ВЛАДОС, 2005