

Муниципальное бюджетное
общеобразовательное учреждение
«Называевская средняя общеобразовательная школа № 4»

УТВЕРЖДЕНО

Директор МБОУ «Называевская СОШ № 4»

Н.А. Волгина

Приказ № 43 от «08» апреля 2024 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ»**

для обучающихся 13-15 лет

Срок реализации программы: 1 год, 34 часа.
Направленность программы – естественнонаучная



Составитель: Удилова Т. А.,
учитель биологии,
высшая категория

г. Называевск – 2024

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Экспериментальная биология» разработана в соответствие с нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629.

- Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Приказ Министерства просвещения РФ от 31.05.2021 г. № 287)

- Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-6)

- Реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по биологии с использованием оборудования центра «Точка роста»: методическое пособие, авторы Лозовенко С. В. и Трушина Т. А. Центр Естественно-научного и математического образования. Москва 2021 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Экспериментальная биология» имеет естественнонаучную направленность.

Уровень программы – базовый.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОГРАММЫ

Актуальность программы заключается в том, что она дает обучающимся возможность осваивать предмет биологии путем постановки самостоятельных экспериментов, проведения учебных исследований, получения навыков сбора первичных данных в ходе выездов на природу. Педагогическая целесообразность программы состоит в формировании у обучающихся культуры исследовательской деятельности, привитию интереса к научному поиску решения поставленных задач и проблем, развитию у обучающихся аналитического мышления, способности самостоятельно обрабатывать материал и делать логичные обоснованные выводы. Изучение биологии невозможно построить, опираясь только лишь на теоретический материал. Для изучения большинства биологических дисциплин очень важно иметь возможность проводить наблюдения, ставить опыты и эксперименты, уметь проанализировать полученные первичные данные, сделать логичные, обоснованные выводы.

Невозможно вырастить компетентного специалиста в области естественных наук, не обучив его культуре эксперимента. Базовый школьный курс биологии и «окружающего мира» (несмотря на требования современных ФГОС) на практике выливается в череду теоретических занятий с редкими уроками-лабораторными работами, зачастую все сводится к зазубриванию текста параграфа. Отчасти это связано с ограниченностью времени, выделенного на изучение предмета, отчасти с недостаточной материально технической оснащенностью школ или же какими-то иными причинами.

Современные экспериментальные исследования по биологии уже трудно

представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

Учебный эксперимент по биологии, проводимый на традиционном оборудовании, без применения цифровых лабораторий, не может позволить в полной мере решить все задачи в современной школе. Это связано с рядом причин:

- традиционное школьное оборудование из-за ограничения технических возможностей не позволяет проводить многие количественные исследования;
- длительность проведения биологических исследований не всегда
- согласуется с длительностью учебных занятий;
- возможность проведения многих исследований ограничивается требованиями техники безопасности и др.

Цифровая лаборатория полностью меняет методику и содержание экспериментальной деятельности и решает вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр датчиков позволяют учащимся знакомиться с параметрами биологического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. Цифровая лаборатория позволяет вести длительный эксперимент даже в отсутствии экспериментатора, а частота их измерений неподвластна человеческому восприятию.

В процессе формирования экспериментальных умений ученик обучается представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);
- в графическом: строить графики по табличным данным, что даёт возможность перехода к выдвижению гипотез о характере зависимости между величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность); в виде математических уравнений: давать математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение.
- формирование исследовательских умений учащихся, которые выражаются в следующих действиях:

1. определение проблемы;
2. постановка исследовательской задачи;
3. планирование решения задачи;
4. построение моделей;
5. выдвижение гипотез;
6. экспериментальная проверка гипотез;
7. анализ данных экспериментов или наблюдений;
8. формулирование выводов.

Дополнительное образование обладает колоссальным потенциалом в области развития практико-ориентированных программ, дает возможность проводить опыты и наблюдения, требующие длительной подготовки, возможность свободного экспериментального творчества.

ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ – расширение и углубление знаний и навыков в области биологии, обучение методам постановки биологического эксперимента, проведение наблюдений в живой природе.

ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ:

Обучающие:

- обучить определению видов растений в природе и по гербарным экземплярам;
- обучить определению видов животных по внешнему облику и голосам (в случае с птицами);
- обучить работе с тезовыми определителями;
- обучить методам проведения наблюдений за жизнедеятельностью растений и животных;
- обучить методам постановки простых экспериментов;
- научить основным методам обработки полученных в ходе наблюдений данных;
- обучить принципам самостоятельной работы с литературой;
- научить планированию долгосрочного эксперимента;
- научить основным принципам выполнения учебно-исследовательской работы.

Развивающие:

- сформировать умение классифицировать и обобщать изученный материал;
- развить навыки самостоятельной работы с литературными источниками информации;
- привить позитивное эмоционально-эстетическое и нравственное восприятие природы;
- развить наблюдательность и умение поддерживать произвольное внимание;
- развивать творческий подход при планировании наблюдений и экспериментов;
- развить умение систематизировать и анализировать полученные данные;
- развить умение обобщать полученные данные, делать логично обоснованные выводы.

Воспитательные:

- воспитать ответственное отношение к работе;
- воспитать потребность и стремление к саморазвитию;
- воспитывать бережное отношение к природе;
- воспитать коммуникабельность, вежливость и другие качества, важные для плодотворной работы в коллективе.

Учащиеся, для которых программы актуальна.

Возраст обучающихся по данной программе: 13-15 лет. Группы формируются с учетом возраста и начальной теоретической подготовки обучающихся.

Формы и режим занятий.

Форма обучения – очная, групповая. Количество обучающихся в группе: 9-15 человек. Занятия проходят 1 раз в неделю, продолжительность занятия – 1 час. Занятия включают в себя различного рода лабораторные и практические работы, интерактивные занятия, семинары по пройденным теоретическим темам, обсуждения проведенных экспериментов и наблюдений.

Срок реализации программы – 1 год.

Общее количество учебных часов, запланированных на весь период обучения: 34 часа.
Количество учебных часов в год: 34 часа

I. СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Лабораторные исследования (5 часов)

Методы биологических исследований: наблюдение, измерение, эксперимент. Этапы исследования и оформление результатов. Техника биологического рисунка. Приборы для научных исследований, лабораторное оборудование. Световой микроскоп: устройство и правила работы с ним. Цифровой микроскоп: устройство и правила работы с ним. Лабораторное оборудование и правила техники безопасности при проведении практических работ по биологии. Лупа. Микропрепараты. Покровное и предметное стекла. Иглы препаровальные. Пинцет. Скальпель. Чашки Петри. Правила изготовления микропрепаратов.

Лабораторные и практические работы

1. Приготовление и изучение микропрепаратов клеток сочной чешуи луковицы лука

Тема 2. Биологические науки (22 часа)

Биологические науки и объекты их изучения. Цитология – наука о клетке. Строение растительной клетки. Плазмолиз и деплазмолиз в клетках растений. Методы цитологического анализа полости рта. Ботаника – наука о растениях. Основы систематики растений и животных. Работа с определителем растений. Особенности развития споровых растений. Физиологические процессы в растительном организме: дыхание и фотосинтез. Водоросли – низшие растения. Водоросли – перспективный объект для производства белка и углеводов. Использование водорослей в очистке сточных вод. Зелёные одноклеточные, нитчатые и колониальные водоросли в водоемах со стоячей водой. Зоология – наука о животных. Одноклеточные животные: саркодовые, жгутиковые, инфузории. Особенности строения и передвижения одноклеточных. Сравнительная характеристика одноклеточных животных эвглены и инфузории. Наблюдение за их движениями и таксисами. Особенности внутреннего строения дождевого червя. Орнитология – наука о птицах. Роль перьевого покрова птиц в адаптации к полёту. Зимующие птицы: как и чем их кормить. Наблюдение за зимующими птицами на кормушке и в городской среде. Этология – наука о поведении биологических объектов. Наблюдение за поведением животных в естественной среде обитания. Зоогеография как наука. Зоогеографические области планеты. Распределение организмов на карте мира, проживающих в разных природных зонах, на разных материках. Местные виды. Палеонтология – наука об ископаемых останках. Переходные формы. Живые ископаемые. Геохронологическая шкала. Гистология – наука о тканях. Типы животных и растительных тканей. Особенности строения животных тканей: эпителиальных, соединительных, мышечных и нервной. Растительные ткани: покровные, образовательные, проводящие, механические, основные; особенности их микроскопического строения и выполняемые функции в организме растения. Влияние среды на клетки крови человека. Бактериология. Строение бактериальной клетки. Классификация бактерий. Морфология бактерий. Простые и сложные методы окрашивания бактерий. Физиология бактерий: питание, дыхание, рост и размножение. Полезные и патогенные бактерии. История борьбы с бактериальными инфекциями. Война бесконечности: антибиотики против бактерий. Микология – наука о грибах. Плесневые грибы: мукор и пеницилл, особенности строения и жизнедеятельности. История использования дрожжей в технологии виноделия и хлебопечения. Дрожжи как создатели биотоплива. Особенности размножения у дрожжей.

Лабораторные и практические работы

1. Создание пластилиновой модели клетки.
2. Строение растительной клетки
3. Плазмолиз и деплазмолиз в клетках растений.
4. Цитологический анализ полости рта.
5. Составление систематической карточки растения.
6. Циклы развития споровых растений.
7. Зелёные одноклеточные, нитчатые и колониальные водоросли.
8. Составление систематической карточки животного.
9. Сравнительная характеристика одноклеточных животных.
10. Особенности внутреннего строения дождевого червя
11. Изучение перьевого покрова птицы с помощью увеличительных приборов.
12. Наблюдение за зимующими птицами на кормушке и в городской среде.
13. Наблюдение за поведением животных в естественной среде обитания.
14. Описание палеонтологических останков. Определение предков живых организмов по геохронологической шкале.
15. Строение тканей животного организма.
16. Влияние среды на клетки крови человека.
17. Приготовление и изучение микропрепарата сенной палочки.
18. Выращивание плесени, рассматривание её под микроскопом.

Тема 3. Факторы окружающей среды (7 часов)

Почва как среда обитания и абиотический фактор. Температура как абиотический фактор. Адаптации организмов к температуре. Экологические группы растений по отношению к температуре, влажности, освещённости. Эврибионты и стенобионты. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Влажность воздуха и вода как факторы среды. Вода как среда обитания и абиотический фактор. Адаптации растений и животных к недостатку влаги. Свет как абиотический фактор. Адаптации живых организмов к условиям освещения. Тропизмы и настии у растений – каковы их причины и различия.

Лабораторные и практические работы

1. Анализ загрязнённости проб почвы.
2. Зависимость транспирации и температуры от площади поверхности листьев.
3. Испарение воды листьями до и после полива.
4. Роль покровных тканей в защите растений от испарения.
5. Анализ pH, прозрачности и жёсткости воды открытых водоёмов.
6. Изучение продолжительности освещения на движение листьев кислицы
7. Наблюдение гелиотропизмов, геотропизмов и настий у растений.

II. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ:

- Осознанное принятие принципов гуманного отношения к живой природе.
- Развитие познавательных интересов, направленных на изучение живой природы.
- Развитие интеллектуальных умений: доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, устанавливать причинно-следственные связи, делать выводы и другое.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ:

- Овладение составляющими исследовательской деятельности: умение видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи.
- Умение работать с разными источниками биологической информации, анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую.
- Умение адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, отстаивать свою позицию.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

1. Знать и уметь применять методы биологических исследований.
2. Выделять существенные признаки биологических объектов и процессов.
3. Определять принадлежность биологических объектов к определенной систематической группе.
4. Сравнивать биологические объекты и процессы.
5. Делать выводы и умозаключения на основе причинно-следственных связей.
6. Уметь работать с определителями, лабораторным оборудованием.
7. Знать биологические науки и объекты их изучения.
8. Знать экологические факторы среды обитания и адаптации к их воздействию у живых организмов.
9. Уметь применять лабораторное оборудование для решения учебно-познавательных и учебно-практических задач.

III. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Тема	Колич ество часов	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля	Оборудование
Лабораторные исследования (5 часов)						
1	Методы биологических исследований	1	Интерактивное занятие	Кабинет		Коллекция видеосюжетов современных методов исследования: электрофорез, центрифугирование, культура тканей, электронная микроскопия, хроматография
2	Приборы для научных исследований, лабораторное оборудование Вводный инструктаж по ТБ при проведении лабораторных работ.	1	Интерактивное занятие	Кабинет		Приборы для научных исследований, лабораторное оборудование
3	Устройством микроскопа.	1	Практическое занятие	Кабинет	Зачет	Микроскоп световой ученический и микроскоп электронный
4-5	Техника биологического рисунка и приготовление микропрепаратов клеток сочной чешуи луковицы лука	2	Практическое занятие	Кабинет	Зачет	Предметные стекла, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, раствор йода, фильтровальная бумага, микроскоп, сочные чешуи лука.
Биологические науки (22 часа)						
6	Цитология - наука о клетке.	1	Практическое занятие	Кабинет	Создание модели клетки из пластилина	Микроскопы, микропрепараты растительных клеток
7	Строение растительной клетки	1	Лабораторное занятие	Кабинет	Оформление лабораторного занятия	Можно использовать готовые микропрепараты с растительными клетками, где видны органоиды: хлоропласты, вакуоли, ядро. Изучение ультраструктуры клетки можно проводить, используя фотографии с электронного микроскопа. Можно

						использовать фотографии учебника, демонстрируя их с помощью документ-камеры или Интернет-ресурсы
8	Плазмолиз и деплазмолиз в клетках растений	1	Лабораторное занятие	Кабинет	Оформление лабораторного занятия	Предметные стека, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, раствор йода, раствор NaCl, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, микроскоп, сочные чешуи лука.
9	Методы цитологического анализа полости рта	1	Лабораторная работа	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Предметные стека, покровные стекла, пипетка, раствор йода, фильтровальная бумага, микроскоп, ватные палочки.
10	Ботаника – наука о растениях	1	Практическая работа «Классификация растений»	Кабинет	Составление систематической карточки растения	Динамическая схема «Таксоны систематики»
11	Знакомые незнакомцы	1	Практическая работа с определителем растений	Кабинет	Знание алгоритма работы с определителем растений	Гербарные экземпляры двудольных и однодольных растений. Определительные карточки
12	Особенности развития споровых растений	1	Лабораторное занятие	Кабинет	Оформление лабораторного занятия	Предметные стека, покровные стекла, ноутбук, микроскоп, камера, микропрепараты: спорангий папоротника, поперечный срез листа папоротника, заросток папоротника
13	Физиология растений	1	Опыт Джозефа Пристли	Кабинет	Сравнительная таблица	Датчики O ₂ и CO ₂ цифровой лаборатории, 3 банки, семена фасоли, корнеплоды и свежесрезанные стебли растений
14	Зелёные одноклеточные, нитчатые и колониальные водоросли	1	Лабораторная работа	Кабинет	Оформление лабораторной	предметные стекла, покровные стекла, пипетка, фильтровальная

					работы	бумага, микроскоп, мерный стакан с водой из природного водоема с вольвоксам, хламидомонадой и спирогирой, набор для экспериментов под микроскопом.
15	Зоология – наука о животных.	1	Практическая работа «Классификация животных»	Кабинет	Составление систематической карточки животного	Динамическая схема «Таксоны систематики»
16	Сравнительная характеристика одноклеточных животных.	1	Лабораторное занятие	Кабинет	Оформление лабораторного занятия	Предметные стёкла, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, фильтровальная бумага, микроскоп, микропрепараты: инфузория-туфелька, эвглена, мерный стакан с водой из природного водоема, вата.
17	Особенности внутреннего строения дождевого червя	1	Лабораторная работа	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Микроскоп, препарат поперечный срез дождевого червя, препарат поперечный плоского червя
18	Орнитология - наука о птицах.	1	Лабораторная работа «Изучение перьевого покрова птицы с помощью увеличительных приборов»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Микроскопы, лупы, препаровальная иглы, предметные и покровные стёкла, различные перья птицы
19	Зимующие птицы: чем их кормить?	1	Практическая работа «Наблюдение за зимующими птицами на кормушке и в городской среде»	Наблюдение в естественной среде	Дневник наблюдений, фотоотчёт, презентация	Камера для видеосъёмки и фотографирования, бинокль
20	Этология – наука о поведении биологических объектов.	1	Практическая работа «Наблюдение за поведением животных в естественной среде обитания»	Кабинет	Дневник наблюдений, фотоотчёт, презентация	Коллекция видеосюжетов
21	Зоогеография как наука.	1	Творческая мастерская Игра - путаница	Кабинет	Распределение организмов на	Географическая карта «Природные зоны»

					карте мира, проживающих в разных природных зонах, на разных материках	
22	Палеонтология – наука об ископаемых останках	1	Практическое занятие. Работа с муляжами и изображениями палеонтологических останков и их описание. Работа с геохронологической шкалой времени.	Кабинет	Оформление записи в тетрадь	Коллекция муляжей палеонтологических останков. Коллекция изображений палеонтологических останков. Геохронологическая шкала времени
23	Гистология - наука о тканях.	1	Лабораторная работа «Строение тканей животного организма»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Микроскопы, микропрепараты животных тканей
24	Влияние среды на клетки крови человека	1	Лабораторная работа	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Предметные стека, покровные стекла, ноутбук, электронный микроскоп, препарат клетки крови человека
25-26	Бактериология.	2	Практическое занятие «Приготовление микропрепарата сенной палочки»	Кабинет	Модель бактериальной клетки, презентация	Лабораторное оборудование, предметные и покровные стёкла, готовые микропрепараты бактериальной клетки
27	Микология - наука о грибах	1	Лабораторная работа «Выращивание плесени, рассматривание её под микроскопом»	Кабинет	Приготовление микропрепарата фотографии, презентация	Лабораторное оборудование, предметные и покровные стёкла, готовые микропрепараты мукора и пеницилла
Факторы окружающей среды (7 часов)						
28	Почва как среда обитания и абиотический фактор		Лабораторная работа «Анализ загрязненности проб Почвы»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Цифровая лаборатория с датчиками pH, температуры и влажности почвы. Штатив лабораторный с муфтой и кольцом, воронка, фильтровальная бумага,

						пробирка, стеклянная палочка, 2 химических стакана на 100-150 мл.
29	Температура как абиотический фактор. Адаптации организмов к температуре	1	Лабораторная работа «Зависимость транспирации и температуры от площади поверхности листьев»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Компьютер с программным обеспечением Датчики температуры и влажности Комнатное растение - пеларгония
30-31	Влажность воздуха и вода как факторы среды.	2	Лабораторная работа «Испарение воды листьями до и после полива».	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Компьютер с программным обеспечением, измерительный интерфейс, датчик температур и относительной влажности воздуха
			Лабораторная работа «Роль покровных тканей в защите растений от испарения»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Два свежих яблока и два клубня картофеля, весы, нож, полиэтиленовые пищевые пакеты, датчик относительной влажности воздуха
32	Вода как среда обитания и абиотический фактор	1	Лабораторная работа «Анализ pH, прозрачности и жёсткости воды открытых водоёмов»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Цифровая лаборатория с датчиками pH, мерный цилиндр, лабораторное оборудование
33	Свет как абиотический фактор. Адаптации живых организмов к условиям освещения	1	Лабораторная работа «Изучение продолжительности освещения на движение листьев кислицы»	Кабинет	Оформление лабораторной работы	Растение Кислица обыкновенная, датчики освещения, секундомер
34	Тропизмы и насти у растений – каковы их причины?	1	Практическая работа «Наблюдение гелиотропизмов, геотропизмов и насти у растений».	Кабинет	Дневник наблюдений, фотоотчёт	Проростки салата и белой горчицы, минеральные удобрения, лампа, датчик освещенности, прозрачные стаканы.

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ»

1. Коллекция видеосюжетов современных методов исследования: электрофорез, центрифугирование, культура тканей, электронная микроскопия, хроматография.
2. Динамическая схема «Таксоны систематики»
3. Гербарные экземпляры двудольных и однодольных растений.
4. Географическая карта «Природные зоны»
5. Коллекция муляжей палеонтологических останков.
6. Коллекция изображений палеонтологических останков.
7. Геохронологическая шкала времени.
8. Микроскоп световой ученический.
9. Микроскоп электронный.
10. Предметные стекла и покровные стекла.
11. Препаровальная игла.
12. Пинцет.
13. Пипетка.
14. Раствор йода, раствор NaCl, дистиллированная вода
15. Фильтровальная бумага.
16. Микропрепараты растительных клеток: спорангий папоротника, поперечный срез листа папоротника, заросток папоротника, инфузория туфелька, эвглена, мукора и пеницилла.
17. Микропрепараты животных тканей.
18. Растение Кислица обыкновенная, проростки салата и белой горчицы, минеральные удобрения, препарат клетки крови человека
19. Готовые микропрепараты бактериальной клетки
20. Различные перья птицы
21. Определительные карточки семейств растений.
22. Ноутбук с программным обеспечением.
23. Датчики O₂ и CO₂ цифровой лаборатории.
24. Мерный стакан с водой из природного водоема с вольвоксом, хламидомонадой и спирогирой.
25. Набор для экспериментов под микроскопом
26. Микропрепараты поперечный срез дождевого червя и поперечный срез плоского червя.
27. Камера для видеосъемки и фотографирования.
28. Бинокль.
29. Цифровая лаборатория с датчиками pH, температуры и влажности почвы.
30. Штатив лабораторный с муфтой и кольцом.
31. Воронка.
32. Пробирки
33. Стеклянная палочка.
34. Два химических стакана на 100-150 мл.
35. Датчики температуры и влажности
36. Комнатное растение – пеларгония

37. Компьютер с программным обеспечением, измерительный интерфейс, датчик температур и относительной влажности воздуха
38. Два свежих яблока и два клубня картофеля, весы, нож, полиэтиленовые пищевые пакеты, датчик относительной влажности воздуха
39. Цифровая лаборатория с датчиками pH, мерный цилиндр, лабораторное оборудование
40. Датчики освещенности.
41. Секундомер.

Рекомендуемая литература:

1. Билич Г. Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. В 3-х т. М., 2004.
2. Бинас А.В., Маш Р.Д. и др Биологический эксперимент в школе: Книга для учителя. М., 1990.
3. Васильева Е. М., Горбунова Т. В. Физиология растений. – Красноярск: Издательство Красноярского университета, 1989.
4. Виртуальная лаборатория: <http://www.virtulab.net>
5. Гуленкова М.А., Красникова А.А. Летняя полевая практика по ботанике. М., 1976.
6. Дарлингтон Ф. Зоогеография. Географическое распространение животных. М., 1966.
7. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц РФ. М., 2006.
8. Майр Э. Принципы зоологической систематики. М., 1971.
9. Мейнелл Дж., Мейнелл Э. Экспериментальная микробиология (Теория и практика). М., Мир, 1967
10. Мышкин И.Ю. Экспериментальная биология и биотехнологии: экспериментальная физиология: учебное пособие / И. Ю. Мышкин, О. А. Ботягова, Н. Н. Тятенкова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль: ЯрГУ, 2018.
11. Пугал Н.А. Использование натуральных объектов при обучении биологии. – М.: Владос, 2003.
12. Пугал Н. А., Козлова Т. А. Лабораторные и практические занятия по биологии. 6, 7, 8 кл. – М.: Владос, 2003
13. Тяглова Е.В. Исследовательская и проектная деятельность учащихся по биологии. Методическое пособие. – М., Планета (уч.), 2010
14. Физиология: Руководство к экспериментальным работам/ под ред. А. Г. Камкина, И. С. Киселевой. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011
15. Цветков А.В. Простейшие способы картирования, применяемые при биологических исследованиях. Использование снегомерной съемки в организации комплексного подхода к обучению школьников. На урок в Битцевский лес. Вып. 3, М., 2002.
16. Яхонтов А. А. Зоология для учителя. Хордовые. М., 1985.