

Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного образования  
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

Принято на заседании  
Экспертного совета  
Регионального центра  
19.06.2024

Принято на заседании  
методического совета  
КОГАОУ ДО ЦДООШ  
30.08.2024

УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
директор ЦДООШ  
Перминова Е.Н.  
30.08.2024

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ПРОГРАММА  
«ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»  
(9-11 КЛАССЫ)**

Направленность программы – естественно-научная

Срок реализации – 1 год

*Автор-составитель:*  
Вишницкая Ольга Николаевна –  
к.б.н., методист, педагог  
дополнительного образования  
ЦДООШ

*Руководитель программы:*  
Вишницкая Ольга Николаевна

Киров – 2024

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность программы** – естественно-научная.

**Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность.** Данный курс направлен на углубление знаний учащихся по биологии растений, призван дать современные представления о физиологических процессах в растениях, механизмах их регуляции и закономерностях взаимодействия растений с окружающей средой.

Курс построен с учетом обязательного минимума и отвечает современным требованиям теоретической и практической подготовки учащихся к региональному и заключительному этапам Всероссийской олимпиады школьников по биологии.

**Цели и задачи дополнительной образовательной программы.**

*Цель:* углубление теоретических знаний, практических умений и навыков по биологии растений.

*Задачи:*

I. Образовательные:

- знакомство с процессами жизнедеятельности растений на разных уровнях организации;
- расширение представлений учащихся механизмах роста и развития, питания, дыхания, движения растений;
- продолжение формирования общебиологических понятий на основе связи строения с функцией, зависимости жизнедеятельности организма от условий среды.

II. Развивающие:

- развитие навыка работы с оптическими приборами;
- развитие навыков работы в химической лаборатории;
- развитие навыков работы с биологическими объектами.

III. Воспитательные:

- воспитание познавательного интереса к предмету;
- создание условий для формирования личностных качеств: аккуратности, внимательности, целеустремленности;
- формирование навыка самостоятельной работы.

**Отличительные особенности данной образовательной программы от уже существующих образовательных программ.**

В школьном курсе биологии растений предусматривается знакомство учащихся с понятиями «фотосинтез», «дыхание», «питание», «рост», «движение» растений. Предполагается формирование общих представлений об этих процессах. Программой кружка предусмотрено изучение этих процессов на более глубоком уровне. Темы затрагивают химизм физиологических процессов, условия их протекания, зависимость от внутренних и внешних факторов. Эти стороны совсем не освещаются в базовом курсе биологии в общеобразовательных учебных заведениях.

**Формы и режим занятий.**

Формы организации образовательного процесса: индивидуально-групповая и групповая. Формы организации учебного занятия – лабораторное занятие, лекция, семинар.

В ходе проведения занятий используются методы: объяснительно-иллюстративный (лекция, беседа, рассказ), наглядные (демонстрации объектов, пособий), практические (изготовление микропрепаратов, работа с химической посудой, специальными приборами (в т.ч. водяной баней, хроматографической камерой,

вытяжным шкафом)). Для проведения лабораторных работ используются наиболее интересные объекты исследования, используются наиболее доступные реактивы.

Программа кружка рассчитана на 93 часа, предусматривается проведение одного занятия продолжительность 3 часа в неделю.

Количественный и списочный состав кружка в ходе его работы может изменяться.

Часть занятий кружка может проводиться с использованием дистанционных информационно-коммуникационных технологий.

#### **Сроки подачи заявки**

Подача заявления осуществляется в личном кабинете родителя/законного представителя на сайте ЦДООШ в соответствии с датами, утвержденными приказом директора и опубликованными на официальном сайте ЦДООШ.

#### **Правила регистрации**

Для регистрации нужно заполнить анкету для программы на странице «Ваши заявки» личного кабинета. Вход в личный кабинет расположен на странице <http://lk.cdoosh.ru/>.

При подаче заявления необходимо проверить (при отсутствии – указать) номер сертификата персонифицированного дополнительного образования. Чтобы подать заявление, необходимо перейти в раздел «Подать заявку» и выбрать данную программу.

#### **Количество участников**

Общее количество учащихся в одной группе, а также максимальное количество групп для данной программы утверждается приказом директора и публикуется на официальном сайте ЦДООШ.

#### **Правила отбора обучающихся**

Для получения приглашения школьник должен принять участие в конкурсном отборе, дата и форма утверждается приказом директора и публикуется на официальном сайте ЦДООШ. По результатам отбора формируются рейтинговые списки школьников, получивших приглашение или попавших в лист ожидания.

Получить приглашение без участия в конкурсном отборе смогут школьники, подавшие заявление на обучение до момента проведения конкурсного отбора, и являющиеся победителями и призёрами мероприятий, перечень которых утверждается приказом директора, либо получившие персональные приглашения по итогам обучения в кружках биологического отделения прошлого года.

Школьники, не принявшие участие в конкурсном отборе, но подавшие заявления, помещаются в конец листа ожидания с учётом даты и времени подачи заявления на обучение на сайте ЦДООШ. При наличии на кружке свободных мест школьники могут сразу получить приглашение на занятия. Победители и призёры мероприятий, подавшие заявление на обучение после отбора, при отсутствии на кружке свободных мест помещаются в начало листа ожидания.

#### **Ожидаемые результаты и способы определения их результативности.**

Одним из показателей хорошего усвоения материала по физиологии растений является успешное выполнение проверочных и аттестационных работ.

## II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебно-тематический план

| № п/п | Название раздела/темы   | Кол-во часов | Лекция | Л/р |
|-------|---|--------------|--------|-----|
| 1     | Физиология растительной клетки  | 6            | 3      | 3   |
| 2     | Дыхание растений. Биоэнергетика.  | 6            | 6      |     |
| 3     | Фотосинтез  | 21           | 12     | 9   |
| 4     | Водный обмен растений   | 12           | 6      | 6   |
| 5     | Минеральное питание растений  | 9            | 6      | 3   |
| 6     | Рост и развитие растений. Фитогормоны                                       | 24           | 15     | 9   |
| 7     | Вторичные метаболиты и их роль в жизни растений                             | 6            | 6      |     |
| 8     | Устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим факторам, биопатогенам | 9            | 6      | 3   |
|       | ИТОГО:  | 93           | 60     | 33  |

### 2.2. Учебная программа

#### Раздел 1. Физиология растительной клетки (6 часов)

Место физиологии растений в системе биологических наук. Перспективы и практическое значение физиологии растений.

Особенности строения, структурная и функциональная организация растительной клетки. Плазмалемма: структура, функции. Мембранный транспорт. Клеточная стенка (первичная и вторичная), состав, строение, функции, особенности формирования.

Типы пластид, особенности их строения и функционирования.

Эндоплазматические структуры: ЭПР, аппарат Гольджи, литические и запасающие вакуоли.

Пероксисомы.

Цитоскелет, его функции и роль в рецепции и передаче внеклеточных сигналов. Особенности деления растительной клетки.

#### *Лабораторные работы.*

- Наблюдение за движением цитоплазмы у элодеи.
- Сравнение проницаемости мембран живых и мертвых клеток.
- Сравнение проницаемости клеточных мембран для различных веществ. Стойкий и временный плазмолиз.
- Прижизненное окрашивание клеток нейтральным красным.
- Влияние ионов калия и кальция на вязкость и проницаемость цитоплазмы.

#### *После изучения темы учащийся получает знания:*

- о физиологии растений как науке;
- о строении и функционировании растительной клетки, ее отдельных компартментов.

#### *После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- планировать и проводить несложные опыты, анализировать данные, делать выводы.

## Раздел 2. Дыхание (6 часов)

Дыхание, его значение в жизни растения. История развития представлений о дыхании растений.

Типы окислительно-восстановительных реакций. Основные переносчики электронов.

Гликолиз – первый этап дыхания: стадии, особенности протекания в растительной клетке. Брожение, взаимосвязь процессов дыхания и брожения. Цикл Кребса. Электрон-транспортная цепь дыхания растений. Образование АТФ.

Специфика энергетических систем растительной клетки. Цианид-устойчивое дыхание. Глиоксилатный цикл. Окислительный пентозофосфатный цикл.

Влияние внешних (температуры, света, влажности воздуха и др.) и внутренних (возраста органа, его физиологической активности; условий произрастания растения и др.) условий на интенсивность дыхания. Регуляция дыхательного обмена.

Дыхание целого растения.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- о дыхании, его значении в жизни растения;
- об основных путях дыхательного обмена;
- о специфике энергетических систем растительной клетки.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- анализировать различные источники информации, делать выводы.

## Раздел 3. Фотосинтез (21 час)

Значение фотосинтеза в жизни растения. Космическая роль фотосинтеза. История развития представлений о фотосинтезе. Строение листа как органа фотосинтеза. Пигменты листа (хлорофиллы, каротиноиды и др.).

Фотофизический этап фотосинтеза, его значение. Фотохимический этап фотосинтеза. Электрон-транспортная цепь, ее пространственная организация в тилакоидной мембране и особенности функционирования. Циклический и нециклический транспорт электронов. Продукты световой фазы фотосинтеза. Образование кислорода в процессе фотосинтеза.

Темновая фаза фотосинтеза ( $C_3$  и  $C_4$ , САМ-путь). Фотодыхание.

Влияние внешних (свет, температура, наличие воды и др.) и внутренних (возраст листа, содержание хлорофилла, отток ассимилятов и др.) условий на интенсивность фотосинтеза.

Передвижение ассимилятов по растению. Ближний и дальний транспорт. Особенности загрузки флоэмы.

*Лабораторные работы.*

- Пигменты фотосинтеза и их свойства.
- Антоцианы: выделение, свойства и разделение.
- Разделение пигментов зеленого листа методом бумажной хроматографии.
- Фотосенсибилизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода.
- Обнаружение фотосинтеза методом крахмальной пробы.
- Влияние внешних условий на интенсивность фотосинтеза водного растения.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- о значении фотосинтеза;

- о процессах, которые происходят в ходе темновой и световой фазы;
- о передвижении ассимилятов по растению.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- планировать и производить опыты, анализировать данные, делать выводы;
- работать с химической посудой, реактивами;
- решать задачи по теме.

#### **Раздел 4. Водный обмен растений (12 часов)**

Роль воды в жизни растений. Свойства воды, обусловленные ее структурой. Осмотические явления. Растительная клетка как осмотическая система. Тургорное давление, осмотическое давление, водный потенциал. Водный баланс клетки. Плазмолиз.

Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды. Аквапорины и их роль. Передвижение воды по растению, пути и механизмы транспорта. Колебания водного потенциала в растительных тканях.

Дальний транспорт веществ. Строение корня. Механизмы поступления воды в корень в зависимости от условий. Нижний концевой двигатель, возникновение корневого давления.

Строение листа. Транспирация и ее роль в водном обмене растения. Строение устьиц и механизм их работы. Регуляция транспирации. Механизм работы верхнего концевой двигателя. Взаимосвязь ксилемного и флоэмного транспорта.

Особенности водного обмена растений разных экологических групп.

*Лабораторные работы.*

- Получение искусственной «клеточки» Траубе.
- Наблюдение за движением устьиц.
- Определение интенсивности транспирации весовым методом.
- Определение интенсивности кутикулярной транспирации.
- Изучение состояния устьиц методом отпечатков.
- Определение осмотического давления растительных тканей методом Уршпринга (по изменению длины брусочков ткани).
- Корневое давление у растений.
- Гуттация. Корневое давление.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- об осмотических явлениях в растительной клетке;
- о передвижении воды по растению, путях и механизмах транспорта.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- планировать и производить опыты, анализировать данные, делать выводы;
- работать с химической посудой, весами и др. оборудованием;
- решать задачи по теме.

#### **Раздел 5. Минеральное питание растений (9 часов)**

Химический состав тела растения. Классификация элементов минерального питания. Макроэлементы, микроэлементы и их физиологическая роль, проявление недостатка и избытка.

Корень как орган поглощения элементов питания. Поступление элементов минерального питания в клетку и корень: поступление ионов в апопласт, транспорт ионов через мембраны (активный, пассивный, облегченная диффузия). Особенности поглощения некоторых макро- и микроэлементов.

Радиальный транспорт в корне. Перемещение элементов по апопласту и симпласту. Дальний транспорт. Транспорт макро- и микроэлементов по ксилеме и по флоэме.

Азотный обмен растений. Восстановление нитратов: нитрат- и нитритредуктаза. Пути включения аммонийного азота в органические соединения. Обмен серы в растении. Восстановление сульфатов и сульфитов. Фосфор: поглощение и физиологическая роль.

*Лабораторные работы.*

- Микрохимический анализ золы.
- Плазмолиз.
- Обнаружение нитратов в растениях.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- о элементах, необходимых для растений;
- о поглощении элементов питания и их транспорте по растению;
- об обмене азота и серы в растении.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- планировать и производить опыты, анализировать данные, делать выводы;
- работать с химической посудой, микроскопом и др. оборудованием.

## **Раздел 6. Рост и развитие растений. Фитогормоны (24 часа)**

Соотнесение понятий «рост» и «развитие». Основные закономерности роста растений. Внутренние и внешние факторы, лежащие в основе этих процессов (регуляция активности работы генов, роль гормонов и гормоноподобных веществ, коррелятивные взаимодействия разных органов растений). Особенность работы меристематических клеток. Клеточный цикл. Роль межклеточных взаимодействий (контактов) при дифференциации постоянных тканей (эффekt места).

Общая характеристика фитогормонов. Основные гормоны растений (ауксин, гиббереллин, цитокинин, абсцизовая кислота, этилен, жасмонаты, брассиностероиды), «кандидаты» в фитогормоны (стриголактоны, салициловая кислота, сигнальные пептиды) их характеристика; взаимодействие гормонов. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация, транспорт по растению. Рецепторы фитогормонов. Механизмы действия фитогормонов.

Онтогенез растений: особенности, продолжительность, типы, основные этапы. Полярность растений. Развитие женского и мужского гаметофита. Эмбриональный этап: морфогенез и созревание зародыша. Особенности и механизмы эмбрионального развития растений.

Вегетативный этап. Апикальная меристема побега. Генетический контроль структуры и функции апикальной меристемы побега. Развитие побега. Апикальная меристема корня. Закладка и развитие листа.

Регуляция роста и развития внешними факторами. Фоторецепторы. Фитохромы, криптохромы, фототропины. Физиологическая роль фоторецепторов.

Генеративный этап: закладка и формирование репродуктивных органов. Внутренние и внешние факторы, влияющие на превращение апекса во флоральный (активность работы генов, морфогенез, влияние гормонов, продолжительности светового дня, температуры и пр.). ABCDE-модель развития цветка. Дифференцировка пола у растений.

*Лабораторные работы.*

- Значение листьев для укоренения черенков.
- Отрастание побегов на различно изогнутых побегах.
- Влияние концентрации гетероауксина на рост растений.

- Эпинастические и гипонастические изгибы листьев под влиянием гетероауксина.
- Влияние цитокинина на снятие апикального доминирования.
- Влияние гиббереллина на рост междоузлий карликового гороха.
- Прораствание пыльцы.
- Влияние концентрации ауксина на рост растений.
- Выявление полярности побегов.
- Определение геотропического изгиба и места восприятия силы земного притяжения у корня.
- Положительные и отрицательные хемотропические изгибы корней.
- Гидротропизм.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- об основных гормонах растений и их эффектах;
- об основных этапах онтогенеза растений;
- об основных фоторецепторах растений;
- о механизме развития цветка.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- анализировать различные источники информации, делать выводы;
- соотносить влияние различных факторов и изменения, возникающие в теле растения;
- анализировать внешние признаки, определять возрастное состояние растения;
- планировать и производить опыты, анализировать данные, делать выводы;
- решать задачи по теме.

## **Раздел 7. Вторичные метаболиты и их роль в жизни растений (6 часа)**

Алкалоиды, изопреноиды, фенольные соединения, минорные классы вторичных метаболитов. Распространение и типичные представители. Пути биосинтеза основных классов вторичных метаболитов. Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов. Состав и характеристика смол, слизей, камеди, латекса. Внешняя секреция вторичных метаболитов. Специализированные органы секреции. Функции вторичных метаболитов.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- о вторичных метаболитах растений, их классификации, химическом строении и свойствах основных групп.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- анализировать различные источники информации, делать выводы.

## Раздел 8. Устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим факторам, биопатогенам (9 часов)

Стресс, адаптация, устойчивость. Основные приспособления растений к действию неблагоприятных факторов: на клеточном, организменном и популяционном уровне. Дефицит воды, воздействие высоких и низких температур, гипоксия, повышенное содержание солей и т.д.

Типы отношений растений с другими организмами. Возбудители заболеваний растений. Фитоиммунитет. Механизмы ответа растений на внедрение патогена.

*Лабораторные работы.*

- Действие криопротекторов на жизнеспособность клеток растительных тканей при замораживании.
- Определение устойчивости тканей листьев растений к высоким температурам.
- Выявление степени солеустойчивости растений по солевым некрозам.

*После изучения темы учащийся получает знания:*

- о механизмах приспособления растений к действию неблагоприятных абиотических и биотических факторов.

*После изучения темы у учащегося формируются умения:*

- анализировать различные источники информации, делать выводы.

### III. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

| Вид аттестации | Формы контроля                          | Виды оценочных материалов                                  |
|----------------|---|--|
| Входящая       | Участие в конкурсном отборе             | Выполнение заданий конкурсного отбора                      |
| Текущая        | Участие в выполнении практических работ | Сдача отчетов по выполнению практических работ на занятиях |
| Итоговая       | Участие в итоговой контрольной работе   | Решение итоговой контрольной работы                        |

### IV. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

#### 4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

1. ФЗ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Алехин Н. Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений / под. ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 640 с.
3. Афанасьева Н. Б., Березина Н. А. Введение в экологию растений: учебное пособие – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 800 с.
4. Битюцкий Н. П. Минеральное питание растений: учебник. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2014. – 540 с
5. Борисова Г. Г., Ермошин А. А., Малева М. Г., Чукина Н. В. Основы биохимии вторичного обмена растений / под общ. ред. Г. Г. Борисовой. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 128 с.

6. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты. Часть 2. Алкалоиды: Учебно-методическое пособие / Й. Р.Абдрахимова. – Казань: Каз. гос. ун-т, 2009. – 40 с.
7. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу: Учеб. Пособие для студ. вузов / под. ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
8. Ермаков И. А., Матвеева Н. П., Брейгина М. А. Физиология гаплоидного поколения семенных растений: учебное пособие. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 276 с.
9. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В., Брезински А., Кёрнер К. Ботаника. Учебник для вузов: в 4 т.; Т. 2. Физиология растений / на основе учебника Э. Страсбургера и др.: под ред. В.В. Чуба. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с.
10. Красильникова Л. А., Аксентьева О. А., Жмурко В. В., Садовниченко Ю. А. Биохимия растений. – Ростов н/Д: «Феникс», Харьков: Торсинг, 2004. – 224 с.
11. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. В 2 т. Т. 2: учебник для академического бакалавриата. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 459 с.
12. Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. В 2 т. Т. 1: учебник для академического бакалавриата. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 437 с.
13. Лутова Л. А., Ежова Т. А., Додуева И. Е., Осипова М. А. Генетика развития растений. Для биологических специальностей университетов / ред. С. Г. Инге-Вечтомов. – СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. – 432 с.
14. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
15. Медведев С. С., Шарова Е. И. Биология развития растений. В 2-х т. Том 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны: учебник. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2011. – 253 с.
16. Медведев С. С., Шарова Е. И. Биология развития растений. В 2-х т. Том 2. Рост и морфогенез: учебник. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. – 235 с.
17. Рогожин, В. В., Рогожина Т. В. Практикум по физиологии и биохимии растений. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 352 с.
18. Сальников А. И., Маслов И. Л. Физиология и биохимия растений: практикум – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2014. – 300 с.
19. Фундаментальная фитопатология / под ред. Ю. Т. Дьякова. – М.: КРАСАНД, 2012. – 512 с.
20. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 471 с.
21. Храмченкова О.М. Практикум по физиологии растений: практическое руководство. Часть 1. – Гомель, 2017. – 44 с.
22. Храмченкова О.М. Практикум по физиологии растений: практическое руководство. Часть 2. – Гомель, 2017. – 46 с.
23. Яковец О.Г. Фитофизиология стресса. – Минск: БГУ, 2009. – 101 с.

## 4.2. Материально-технические условия реализации программы

Перечень необходимого оборудования и материалов для реализации программы:

*Общее обеспечение:* доска, мел, интерактивная панель, акустическая система, моноблок, МФУ, раздаточный материал с содержанием лекционного материала, практических работ.

*Канцелярские товары:* ручки по количеству слушателей, тетради, альбомы, карандаши простые и цветные.

*Оборудование:*

1. Аквариум для содержания водных культур.
2. Банки-капельницы.
3. Весы электронные лабораторные.
4. Датчик O<sub>2</sub>.
5. Датчик CO<sub>2</sub>.
6. Камера видеоокуляр DСМС-510.
7. Камера визуализации на базе ф/камеры CANON с программным обеспечением.
8. Камера для опрыскивания.
9. Камера хроматографическая с крышкой.
10. Класс-комплект-лаборатория ЭХБ (экология, химия, биология).
11. Лабораторный комплекс для учебной практической и проектной деятельности по химии и биологии (ЛКХБ).
12. Микроскоп цифровой Levenhuuk D320L,3,1 Мпикс, монокулярный.
13. Миниэкспрес лаборатория "Анализ удобрений".
14. Модель растительной клетки.
15. Набор хим. посуды и принадлежностей по биологии для дем. работ (КДОБУ).
16. Наборы для микроскопирования (полоски фильтровальной бумаги, марлевые салфетки, иглы прямые препаровальные, лезвия, предметные стекла, покровные стекла, чашки Петри, хлопчатобумажные салфетки, пипетки Пастера).
17. Объективы для микроскопа.
18. Окуляр 16/16.
19. Окуляр WF-20.
20. Окуляры для микроскопа.
21. Прибор для обнаружения дыхательного газообмена у растений и животных.
22. Пульверизатор для ТСХ.
23. Светильник настольный.
24. Световые микроскопы марки Микмед, Биолам, XS-90, Levenhuk
25. Термометр или датчик температуры.
26. Удлинитель.
27. Универсальная индикаторная бумага.
28. Устройство для сушки пластин.
29. Фитотрон.
30. Штатив Бунзена.
31. Химреактивы:
  - азотнокислый стронций;
  - азотная кислота;
  - аммиак;
  - ацетат меди;
  - ацетон;
  - бензин;
  - бензол;
  - бихромат калия;
  - гексан;
  - гидроксид натрия (или калия);
  - гидрокарбонат натрия;
  - глицерин;
  - дистиллированная вода;
  - дихромат калия;

- дифениламин;
- желтая кровяная соль;
- кислота азотная;
- кислота серная;
- кислота соляная;
- кислота щавелевая;
- кислота уксусная;
- кобальт нитрит натрия;
- надсерноокислый аммоний (или оксид свинца IV) ;
- азотноокислый аммоний;
- медный купорос;
- мел;
- молибденово-кислый аммоний;
- мочевины;
- нитрат калия;
- нитрат кальция;
- нитрат аммония;
- песок;
- раствор Люголя;
- роданид калия;
- роданид аммония
- сахароза;
- уксуснокислая медь;
- фосфорнокислый натрий;
- хлорид аммония;
- хлорид калия;
- хлорид магния;
- хлорид бария;
- этиловый спирт;
- мочевины;
- хлорид кобальта.

#### Химическая посуда и другое оборудование:

- баня лабораторная;
- лакмусовая бумага;
- мерные цилиндры,
- ножницы;
- плоскодонные колбы разных объемов,
- пробирки;
- спиртовки,
- стеклянные палочки;
- ступки с пестиками,
- тонкие стеклянные капилляры;
- фильтровальная бумага;
- химические стаканы разных объемов;
- хроматографические пластинки для тонкослойной хроматографии;
- штативы,
- колба коническая со шкалой 100 мл.
- воронка лабораторная.
- стакан со шкалой 100 мл.
- промывалка 250 мл ПЭ.
- колба коническая 250 мл.

#### Список объектов исследования<sup>1</sup>:

1. Растения элодеи канадской, пеларгонии, гибискуса, традесканции, рео двуцветного, бегонии, аспидистры, монстеры, гороха, колеуса.
2. Проростки тыквы, фасоли.
3. Пыльца различных растений.
4. Лук синий.
5. Капуста краснокочанная.
6. Семена пшеницы, кресс-салата, зерновки ржи.
7. Клубни картофеля, корнеплоды свёклы.
8. Побеги ивы, тополя.
9. Мох мниум.
10. Зола печная.

<sup>1</sup> Приводится примерный список растений, который, по усмотрению преподавателя, может изменяться в зависимости от возможностей, целей исследований.