



Урок 6. Загрязнение листьев и качество доказательства

Листы ученика. Ответы и примечания учителю находятся в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 6 из 64 · 45 минут · Эксперименты по биологии: от наблюдения к доказательству

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - расчёты по опорам; 9 класс - самостоятельная оценка контроля и ограничений.

Вся программа курса

Серый налёт на листьях заметен без прибора. Но можно ли по нему определить вещество и его источник?

Проверяемый результат:

Различить наблюдение пыли и определение вещества, вычислить средние и сформулировать вывод с ограничениями.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Сформулировать исследовательский вопрос

В школьном чате появилась фотография серых листьев и подпись: «Здесь много свинца, значит, весь район опасен». На снимке нет ни анализа вещества, ни места и даты отбора. За минуту запишите, что на фотографии действительно можно наблюдать. Ещё за две минуты в паре разделите три утверждения: «на листьях есть налёт», «налёт содержит свинец», «источник свинца установлен». За последние две минуты назовите отдельную проверку для каждого утверждения.

Рабочий вопрос: какие данные нужны, чтобы перейти от видимого налёта к выводу о конкретном загрязнителе? С опасной пылью и солями свинца на занятии не работают.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Выбрать понятия и способ проверки

Наблюдение описывает признак: цвет, площадь налёта, массу осадка. Идентификация устанавливает, какое вещество присутствует. Видимый налёт может быть смесью частиц разного происхождения. По серому цвету нельзя определить содержание свинца.

Для сравнения участков нужен одинаковый способ отбора: один вид растения, одинаковая высота листьев, площадь поверхности, срок после дождя и процедура измерения. Повторности показывают разброс. Холостая проба проходит те же действия без исследуемого материала и помогает заметить вклад посуды и реагентов. Здесь обсуждается принцип, а не инструкция химического анализа.

Разобранный пример: три результата 1,0; 1,4; 1,2 мг на 100 см² дают среднее $(1,0 + 1,4 + 1,2) / 3 = 1,2$ мг на 100 см². Это масса осадка на заданной площади. Она не сообщает долю свинца. Вывод «осадка больше» существенно уже вывода «конкретного металла больше».

В течение девяти минут: четыре минуты на понятия, три на пример, две на объяснение соседу, какую проверку не заменяет фотография.

03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Исследовать первую серию

Учебная имитация. Сравняются три участка. На каждом отобраны три независимые объединённые пробы одинаковых листьев; каждая представляет 100 см² поверхности. Во всех случаях прошло три дня без дождя. Метод сбора и весы одинаковы. Таблица показывает массу снятого осадка, не содержание металла.



Участок	Проба 1, мг	Проба 2, мг	Проба 3, мг
У дороги	2,4	2,8	2,6
Двор	0,7	0,9	0,8
Парк	0,3	0,5	0,4

2 минуты: проверьте единицы и сопоставимость. 4 минуты: вычислите среднее для каждого участка и отношение среднего у дороги к парку. 3 минуты: составьте два вывода - допустимый и чрезмерный. 2 минуты: обменяйтесь работами и подчеркните в допустимом выводе измеряемую величину. Результат: три средних с единицами, отношение и две фразы. Критерии: верный расчёт, отсутствие подмены вещества, ограничение выборкой.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Другая учебная серия моделирует результат лабораторного определения свинца в смыве с 100 см² листьев. Холостая проба дала 0,02 мкг. Для этого задания принять аддитивный фон одинаковым; из среднего сигнала его вычитают. Не смешивайте микрограммы свинца с миллиграммами всего осадка из первой практики.

Место	Три результата, мкг на 100 см ²
У дороги	0,30; 0,32; 0,34
Двор	0,08; 0,10; 0,12

За 2 минуты найдите средние. За 3 минуты вычтите фон и сравните участки. За 3 минуты напишите вывод из трёх предложений: результат, ограничение, следующая проверка. Добавьте, можно ли по этим данным установить предприятие-источник или оценить личный риск.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Обосновать границы вывода

Обсудите два заголовка: «Листья доказали опасность района» и «В трёх пробах найдено больше осадка: состав требует анализа». Какой соответствует первой таблице? За 2 минуты каждый выбирает и ссылается на измерение, за 3 минуты пары улучшают второй заголовок, за 2 минуты класс формулирует правило: масштаб вывода не должен превышать масштаб доказательства. Альтернатива - вообще не сообщать наблюдение; её минус в потере полезного сигнала для дальнейшего исследования.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Ответить самостоятельно

Новая серия осадка: участок А - 1,1; 1,3; 1,2 мг на 100 см²; Б - 0,5; 0,6; 0,7. За 3 минуты вычислите средние, их отношение и одно ограничение. За минуту сверьте ответ, за минуту исправьте ошибку другим цветом.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

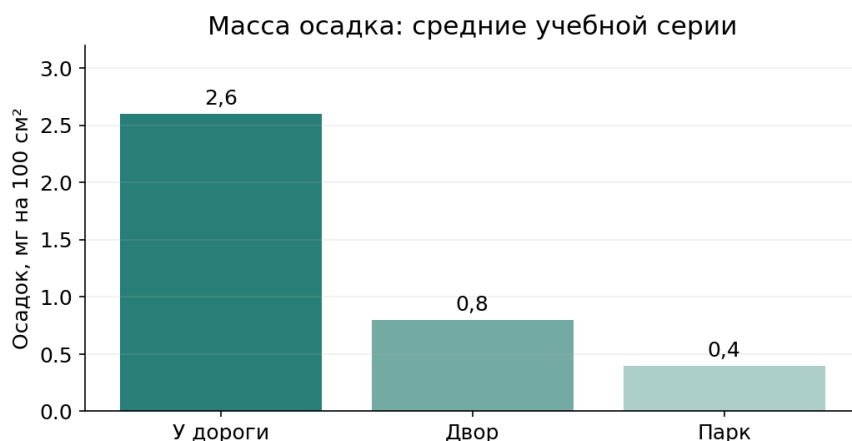
Распечатки двух таблиц, калькулятор, чистый лист для вывода. Ни сбор придорожной пыли, ни химические реактивы не нужны. Все образцы заменены учебной серией. Предпосылки: среднее арифметическое, единицы площади и массы.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Материалы включены полностью. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или покажите таблицы на экране; ответы открывайте после попытки. Минуты включают чтение, запись и переходы. В 8 классе выдайте формулу из примера и начните первую строку вместе; в 9 классе попросите выбрать формулу самостоятельно и дополнить вывод альтернативным объяснением. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: повторить пример; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение товарищу. Оценка служит обратной связью.

Разбор практики 1 и критерии

Средние: дорога 2,6; двор 0,8; парк 0,4 мг на 100 см². Отношение $2,6 / 0,4 = 6,5$. Допустимо: в этой серии на листьях у дороги снято в среднем в 6,5 раза больше осадка, чем в парке. Недопустимо: свинца в воздухе в 6,5 раза больше. Не измерялись ни состав всего осадка, ни концентрация в воздухе. Три пробы помогают увидеть разброс, но не представляют все сезоны и улицы.



Средние учебной серии. График показывает массу осадка, а не количество свинца.



Ответ и объяснение практики 2

Средние сигналы 0,32 и 0,10 мкг на 100 см²; после вычитания фона 0,30 и 0,08. В учебной серии показатель у дороги выше на 0,22 мкг на 100 см². Неопределённость метода и представительность отбора не заданы, поэтому это учебное сравнение, не санитарное заключение. Источник не установлен. Нужны независимые пробы по согласованной схеме, контроль качества метода и сведения о возможных источниках. Личный риск по двум сериям листьев не вычисляется.

Опора для обсуждения

Принимайте разные формулировки, если ученик ссылается на конкретные данные, отличает предположение от наблюдения и предлагает проверяемую альтернативу. Возвращайте вопрос: «Какая строка таблицы или деталь изображения это подтверждает?» Итог записывается одним предложением с указанием условий. Не превращайте осторожный вывод в отсутствие вывода вообще.

Ключ и критерии индивидуальной работы

А: 1,2; Б: 0,6 мг на 100 см²; отношение 2. Измерена масса осадка, не состав, источник или опасность для здоровья. По 1 баллу за каждое среднее с единицей, отношение и содержательное ограничение: 4 балла.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Определение загрязнения поверхности листьев	Отделяет массу осадка от конкретного вещества	Два разных по силе вывода
Постановка эксперимента и оценка результата	Сравнивает повторности и холостую пробу	Расчёты и границы вывода

Опора - раздел «Эксперименты по биологии» опубликованной программы на 64 часа. Опасные или инвазивные манипуляции заменены анализом данных и моделями без потери исследовательской функции задания. Сценарий, распределение времени и численные учебные серии - авторская методическая разработка.

[Исходная программа курса](#)

Источники и права на изображения

[US EPA. Learn About Lead](#) - сведения о невидимых загрязнениях и путях воздействия

Числовые наборы во всех заданиях - учебные имитации, а не результаты проведённых авторами опытов. Проверка источников: 15.10.2026. Оригинальные схемы и графики подготовлены для этого урока порталом «Школы России»; не являются фотографиями. Для микрофотографии отдельно указаны автор, источник и лицензия. В PDF ответы и учительские примечания вынесены в отдельную часть.