



Урок 64. Итоговый исследовательский отчёт

Естественно-научный эксперимент · 9 класс · 45 минут

Урок 64 из 64 · 45 минут · Модуль «Общая биология»

Уровень: Исследовательский: сравниваем объяснения и обосновываем границы вывода.

Результат: Составить краткий отчёт с проверяемым выводом, честным описанием ограничений и планом повторной проверки.

В отчёте написано: «Раствор S доказанно ускоряет прорастание любых семян». Но в таблице всего шесть контейнеров одного вида. Как превратить громкий вывод в защищаемый?

Часть I. Материалы ученику

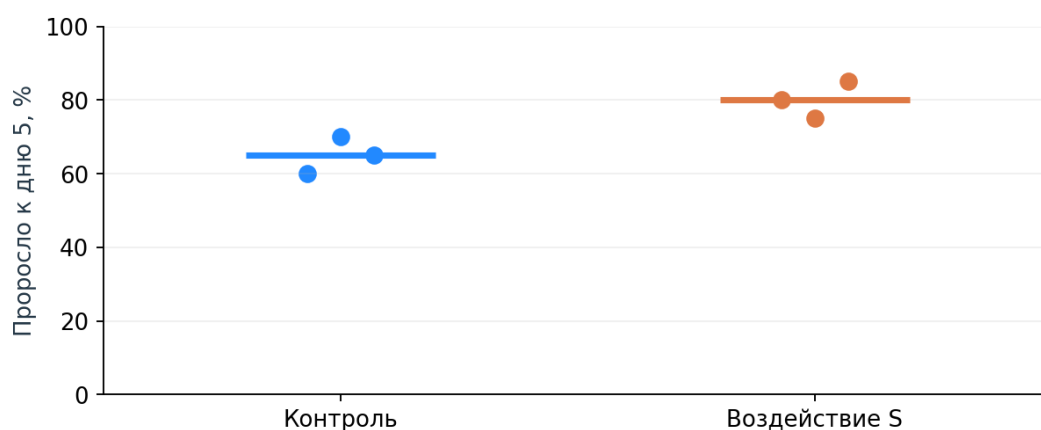
01. Найдите разрыв между данными и выводом

0–5 минут. Подчеркните во вводном утверждении три слишком сильных слова. В парах сформулируйте, какие данные потребовались бы для «ускоряет», «любых» и «доказанно». Сегодня задача — защитить то, что действительно измерялось, и не потерять полезную часть результата.

02. Структура доказательного отчёта

5–14 минут. Отчёт связывает вопрос, метод, результат и вывод. Вопрос задаёт признак и условия. Метод позволяет повторить сравнение. Результат содержит числа независимо от ожиданий. Вывод отвечает на вопрос в пределах метода. Ограничение показывает, какого вывода пока нет, а следующий шаг адресует именно это ограничение.

Разобраный пример: из 20 семян на пятый день проросло 14. Доля $14/20 \times 100\% = 70\%$. Это доля к выбранному сроку. Она не равна средней скорости прорастания и не описывает окончательную всхожесть. Для скорости нужны наблюдения по дням, для окончательной доли — обоснованный более длительный срок.



Учебная серия: доля проросших семян на пятый день. Каждая точка — отдельный контейнер, горизонтальные отрезки — средние групп.

03. Практика 1. Постройте честный результат

14–25 минут. Протокол: один вид и одна партия семян; в каждом контейнере по 20. Случайно назначены три контейнера контролю и три воздействию S. Одинаковы температура, свет, объём жидкости, подложка; позиции ежедневно менялись по заданной случайной схеме. Проросшим считали семя с видимым корешком не короче 2 мм; счёт на пятый день. Учебные данные:

Группа	Контейнер 1	Контейнер 2	Контейнер 3
Контроль, проросло из 20	12	14	13
S, проросло из 20	16	15	17

2 минуты — прочитать; 4 — перевести каждую долю в проценты и найти групповые средние; 3 — написать результат и разницу в процентных пунктах; 2 — назвать независимую единицу повторения. Форма: шесть процентов, два средних, одно предложение. Критерии: не спутаны проценты и процентные пункты; 60 семян в группе не названы 60 независимыми контейнерами.

04. Практика 2. Редактор отчёта

25–33 минуты. Исправьте черновик: «Мы доказали, что S улучшает семена на 15%. Опыт повторили 60 раз. Результат подойдёт всем растениям. Исходные значения не нужны, достаточно средних». За 2 минуты отметьте ошибки; за 4 напишите 80–110 слов отчёта по структуре «вопрос — метод — результат — вывод — ограничение»; за 2 обменяйтесь текстами. Критерии: не меньше двух числовых опор, указан срок и видовая граница, первичные данные сохранены.

05. Защита и повторная проверка

33–40 минут. Автор за минуту защищает вывод, рецензент спрашивает: «Что могло бы изменить вашу уверенность?» Затем поменяйтесь ролями. Обсудите альтернативу: в новом опыте средние сравнивались. Это ошибка или информация? Составьте план, где число независимых контейнеров увеличено, критерий прорастания сохранён, а оценщик не знает обозначений групп. Не обещайте результат нового опыта заранее.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. Новая серия того же вида: контроль 10, 12, 11 проросших из 20; S — 12, 13, 11. 1) Найдите средние проценты. 2) Разницу в процентных пунктах. 3) Напишите ограниченный вывод. 4) Предложите проверку альтернативного объяснения, связанную с распределением контейнеров. По 1 баллу; 3 минуты работа, 1 сверка, 1 сдача.

Часть II. Ответы и материалы учителю

Эту часть можно не выдавать до самостоятельной работы. Печатайте часть I отдельно.

Подготовка и план на 45 минут

Готовые протоколы и график, бумага, калькулятор. Нужны проценты, среднее, контрольная группа. Раствор S — условное обозначение учебного воздействия; состава и рецепта нет, его не готовят и не применяют. Данные вымышлены для анализа. Проращивание уже представлено готовой серией, никакого результата выращивания за урок не требуется.

Время, мин	Работа	Результат
0–5	Проблема и первичная версия	Вопрос и первое объяснение
5–14	Понятия, пример, схема	Понимание способа анализа
14–25	Практика 1	Проверяемый результат по данным
25–33	Практика 2	Самостоятельный перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива, граница вывода
40–45	Индивидуальная работа	Ответ по четырём критериям

Практика 1

Контроль: 60%, 70%, 65%, среднее 65%. S: 80%, 75%, 85%, среднее 80%. Разница 15 процентных пунктов. Относительное увеличение к контролю $15/65 \approx 23,1\%$, поэтому «на 15%» неоднозначно и не равно 15 п.п. Независимые повторы — три контейнера в группе; семена внутри контейнера разделяют условия.

Практика 2

Пример отчёта: «Мы проверяли, различается ли доля проросших семян одной партии одного вида к пятому дню при воздействии S и в контроле. В каждой группе было три случайно назначенных контейнера по 20 семян. Признак прорастания — корешок от 2 мм. Средние доли составили 80% и 65%, разница — 15 процентных пунктов. В этой учебной серии группа S имела большую долю к пятому дню. Это не доказывает ускорение каждого семени и пользу для всех видов. Выборка контейнеров мала; нужны независимые повторения, ежедневный учёт и сохранение всех исходных значений».

Обсуждение

Повтор без разницы — повод проверить условия, разброс и устойчивость эффекта, а не удалить неудобный результат. План: например, по 10 независимых контейнеров в группе, случайное назначение и позиции, одинаковый критерий, зашифрованные метки для оценщика. Дневной учёт добавляют, если вопрос именно о времени прорастания.

Индивидуальная проверка

Контроль: среднее $11/20 = 55\%$; S: $12/20 = 60\%$; разница 5 п.п. В этой серии средняя доля S выше на 5 п.п., но без оценки неопределённости нельзя уверенно объявлять устойчивый эффект. Случайное распределение и смена позиций проверяют альтернативу неодинаковых условий мест. Независимые повторения должны сохранять контейнер как единицу.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Общая биология; влияние факторов на организмы	Анализирует готовый опыт с семенами	Доля к сроку не подменена скоростью
Обработка и представление наблюдений	Пишет отчёт и защищает вывод	Числа связаны с методом
Экспериментальная проверка	Планирует повторение	Контроль, случайное назначение, независимые повторы

Источники и права

Исходная программа курса на портале «Школы России»:

<https://schoolotzyv.ru/blog/estestvenno-nauchnyy-eksperiment-programma>

National Academies. Inquiry and the National Science Education Standards: проверка объяснений данными:

<https://www.nationalacademies.org/read/9596/chapter/3>

Схемы и графики — авторские учебные иллюстрации, созданные для этого урока портала «Школы России»; сторонние фотографии не используются. Числовые таблицы — учебные модели, если прямо не указано иное. Внешние источники поддерживают понятия и факты, но не являются источником вымышленных числовых серий.