



Урок 48. Воспроизводимость

Часть 1. Материалы ученика

Основы исследовательской деятельности · 7–8 классы

Урок 48 из 64 · 45 минут · Модуль «Обработка данных»

Уровень: начинающий исследователь. Проверяем обработку данных и границы выводов.

Программа: <https://schoolotzyv.ru/blog/osnovy-issledovatel'skoy-deyatelnosti-programma>

Две пары получили одну таблицу, но одна нашла преимущество чехла, а другая — нет. Прежде чем обсуждать физику, нужно проверить: они анализировали те же строки и применяли одинаковые правила? Сегодня соберём инструкцию, по которой другой человек повторит расчёт.

Результат урока: Составить паспорт анализа с исходными данными, правилами обработки и контрольным результатом; воспроизвести его в другой паре.

01. Проблемная ситуация

Учебный файл Р-48 содержит потери температуры А: 12; 11; 10 °С и Б: 9; 8; 7 °С. Лена сообщает разность средних 3 °С, Олег — −3 °С. Оба делили сумму каждой группы на три. За 5 минут выясните, обязательно ли кто-то ошибся, и запишите, какую строку инструкции нужно запросить. Вспомните: направление вычитания тоже часть метода.

02. Понятия и разобранный пример

5–14 минут: 4 минуты на понятия, 3 на разобранный пример, 2 на объяснение способа партнёру.

Повторный расчёт и новое исследование — разные проверки

В этом уроке воспроизводимость анализа означает получение согласованного результата по тем же исходным данным и тем же вычислительным правилам. Новое измерение других стаканов проверяет уже другое: повторяется ли наблюдаемая закономерность на новых данных. Эти проверки полезны, но не взаимозаменяемы. В метрологии термин имеет более специальное значение; здесь рассматриваем прозрачность вычислений.

Паспорт анализа включает название и версию набора, смысл столбцов и единицы, состав групп, формулы, правила для пропусков, направление разности и округление. «Посчитайте как обычно» недостаточно. Исходную таблицу сохраняют отдельно; исправление записывают с основанием, не заменяя незаметно прежнюю версию.

Контрольный результат помогает обнаружить расхождение, но не заменяет инструкцию. Совпавшее число ещё не доказывает верность: два человека могут одинаково исключить неудобную строку. Полезная проверка — обмен паспортами без устных подсказок, повторный расчёт и журнал различий.

Для исходного Р-48 среднее $A = 33/3 = 11$ °С, $B = 24/3 = 8$ °С. Если $d = A - B$, получаем +3 °С; если $d = B - A$, −3 °С. Оба числа описывают ту же разницу при разных соглашениях. Исправленный паспорт: версия 1, все шесть строк, потери в °С, среднее отдельно по каждой группе, $d = A - B$, итог до десятых: 3,0 °С.

Шаг паспорта	Условие / группа А	Правило / группа Б
1. Версия и данные	А: 12, 11, 10 °С	Б: 9, 8, 7 °С
2. Средние	А: 11 °С	Б: 8 °С
3. Направление	$A - B$	3 °С
4. Пропуски	Не заменять нулём	Указывать n

Паспорт анализа: исходная версия → правила обработки → расчёт → контрольная разность. Один результат требует одинаковых соглашений.



03. Практика 1. Проверяем материал

Паспорт анализа потерь температуры

Учебный пакет П-48: шесть разных стаканов, 100 мл, 10 минут, начальная температура в каждой строке 50 °С. В таблице даны конечные температуры. Это готовая имитационная серия, не опыт на занятии.

Группа / ID	Тнач, °С	Ткон, °С
A1; A2; A3	50; 50; 50	38; 39; 40
B1; B2; B3	50; 50; 50	41; 42; 43

11 минут: 2 — выпишите паспорт версии П-48/1; 3 — задайте формулу потери и d ; 3 — обменяйтесь паспортами и выполните чужой расчёт без подсказки; 3 — сравните результат и зафиксируйте расхождения. Форма: версия → столбцы/единицы → формулы → пропуски → округление → контроль. 7 класс работает по этой цепочке; 8 класс дополнительно проверяет, достаточно ли правил для любой строки.

04. Практика 2. Перенос способа

Как обработка пропусков меняет вывод

Новая версия П-48/2: потери А — 10; 12; пусто, Б — 7; 8; 9 °С. Пропуск означает «не измерено». За 8 минут сравните два правила: учитывать только имеющиеся значения или заменить пропуск нулём. Для каждого найдите nA , среднее А и $d = A - B$. Затем напишите, почему версии и правила нельзя смешивать в одном отчёте.

05. Обсуждение и границы вывода

За 2 минуты выберите утверждение «достаточно дать итоговое число» или «нужны данные и правила». За 3 приведите контрпример из новой версии. Последние 2 минуты согласуйте минимальный пакет для другой команды: какие пять сведений передать и какую проверку попросить выполнить.

06. Индивидуальная проверка

Новый пакет: А — 5; 7 мм, Б — 3; 5 мм. За 3 минуты запишите формулу среднего, направление $d = A - B$, результат и одно правило, без которого чужой расчёт может отличаться. Ещё 2 минуты — сверка и исправление.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

Потери А: 12; 11; 10 °С, Б: 9; 8; 7 °С. Средние 11 и 8 °С, $d = A - B = 3$ °С. В наборе пропусков нет; для дальнейших версий правило задают заранее: неизвестное оставлять пропуском, сообщать имеющихся значений. Исходники не менять, округлять только итог до десятых. 4 критерия: версия и единицы, формулы с направлением, правила обработки, независимо повторённый результат с журналом различий.

Практика 2: разбор и критерии

Без подмены: $nA = 2$, среднее $A = 11$ °С, $B = 8$ °С, $d = 3$ °С. При ошибочной замене нулём: $nA = 3$, среднее $A = 22/3 \approx 7,33$ °С, $d = -2/3 \approx -0,67$ °С. Вывод меняет знак из-за обработки, а не нового физического факта. 4 критерия: две численности, оба средних/разности, выявленная подмена, понятное правило хранения версии.

Обсуждение: возможный вывод

Нужны исходная версия, значения с единицами, группировка, формулы/направление разности и правила пропусков/округления. Контрольное число добавляют после этого. Совпадение вычислений подтверждает повторяемость анализа, но само не подтверждает качество измерений или причинную гипотезу.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

Средние $A = 6$ мм, $B = 4$ мм; $d = 2$ мм. Например, нужно явно сохранить состав групп и направление вычитания, а округление выполнять в конце. 4 балла: формула, направление, значение с единицей, существенное правило. При 0–1 повторить исходные два средних, при 2–3 уточнить паспорт, при 4 придумать контрольную строку.

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Подготовьте распечатку ученической части PDF либо экран, бумагу, ручки и простой калькулятор. Все документы, карточки, реплики и числовые серии даны в уроке. Реальные опыты, интервью и регистрация детей не нужны. Предпосылки: различать наблюдение и вывод, читать таблицу, находить среднее и размах. При необходимости напомните: среднее — сумма значений, делённая на их число.

7 класс: вычисляйте по шагам и используйте предложенную форму записи; для дробей разрешён калькулятор. 8 класс: дополнительно объясняйте ограничение метода и проверяйте альтернативный вывод на контрпримере. В уроках 48–50 проверяем обработку данных, а в 51–57 учимся представлять исследование. Урок 51 анализирует опубликованную историческую серию; остальные числовые серии являются учебными моделями. Все исходные данные приведены. Интервалы включают чтение и запись; ответы открываются после самостоятельной попытки. Матрица программы относится к подготовке учителя, не к дополнительным минутам урока.

Минуты	Работа	Результат
0–5	Проблема	Вопрос и первое решение
5–14	Понятия и пример	Способ проверки
14–25	Практика 1	Карточка или таблица
25–33	Практика 2	Перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент и ограничение
40–45	Индивидуальная проверка	Ответ по четырём критериям



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Тема 4: обработка экспериментальных данных	Фиксирует формулы и версии	Другой ученик повторяет результат
Работа со списками данных	Различает пропуск и ноль	Не меняет исходные наблюдения
Представление результатов анализа	Составляет паспорт и журнал	Указывает причину вычислительного расхождения

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

<https://schoolotzyv.ru/blog/osnovy-issledovatel'skoy-deyatelnosti-programma>

National Academies, 2019: различие вычислительного воспроизведения и проверки на новых данных

<https://www.nationalacademies.org/news/new-report-examines-reproducibility-and-replicability-in-science-recommends-ways-to-improve-transparency-and-rigor-in-research>

Числовые серии, протоколы и реплики, кроме явно названных исторических данных урока 51, созданы как учебные модели. Они не выдаются за проведённые классом опыты. В уроке 51 использованы опубликованные данные Менделя с прямой ссылкой на первичный текст; структура сообщения и расчёты являются учебной обработкой. Диаграммы и схемы созданы для уроков портала «Школы России», сторонние фотографии не используются. Проверка источников: 17.10.2026.