



Урок 41. Значащие цифры

Часть 1. Материалы ученика

Основы исследовательской деятельности · 7–8 классы

Урок 41 из 64 · 45 минут · Модуль «Обработка данных»

Уровень: начинающий исследователь. Описываем данные и проверяем расчёты по полной серии.

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

Калькулятор выдал 7,333333333. Измерения записывали с шагом 0,1. Нужно ли переносить все цифры в отчёт? Сегодня отделим вычислительную детализацию от обоснованной записи результата.

Результат урока: Округлить учебный результат по явно заданному правилу, сохранить промежуточные цифры и не приписать измерению ложную точность.

01. Проблемная ситуация

Три учебных показания: 7,2; 7,3; 7,5 см. Команда публикует среднее 7,333333333 см и утверждает, что длина известна до миллиардной доли сантиметра. За 5 минут укажите, какая часть верна как арифметика, а какая не обоснована как измерительный вывод.

02. Понятия и разобранный пример

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

Значащие цифры и правила округления

Значащие цифры передают разряды числовой записи от первой ненулевой цифры. В 0,00420 три значащие цифры: 4, 2 и конечный 0; нули перед 4 задают место запятой. В 12,30 четыре значащие цифры. Для целого 1200 число значащих цифр без пояснения может быть неоднозначным; запись $1,20 \times 10^3$ явно задаёт три.

При округлении до нужного разряда смотрим на следующую цифру: меньше 5 — оставляем, больше 5 — увеличиваем последний сохраняемый разряд. В ровно половинном случае здесь договоримся округлять от нуля. Это правило данного урока; в других документах может применяться иное соглашение.

Округление не оценивает неопределённость. Для учебных результатов с уже заданной границей используем правило: Δ округляем вверх до одной значащей цифры, чтобы не уменьшить саму оценку Δ ; центральное значение — до того же десятичного разряда по обычному правилу. Это консервативное соглашение урока, не универсальная метрологическая норма. Исходные и промежуточные числа сохраняем.

Среднее исходной серии: $22,0/3 = 7,333\dots$ см. Если в условии отчёта задано показывать сотые, записываем 7,33 см; это правило оформления, не доказательство соответствующей точности. Отдельный результат: $x = 12,347$ см, $\Delta = 0,026$ см. По соглашению урока $\Delta \rightarrow 0,03$ см, $x \rightarrow 12,35$ см; итог $(12,35 \pm 0,03)$ см с оговоркой об исходной оценке.



Величина	Исходно	После округления
х	12,347 см	12,35 см
Заданная Δ	0,026 см	0,03 см

Консервативная учебная запись: $12,347 \pm 0,026$ см $\rightarrow 12,35 \pm 0,03$ см. Оценка ограничения задана, а не получена округлением.

03. Практика 1. Проверяем материал

Как согласовать разряды результата и границы

Учебные карточки отчёта. В А и Б границы уже оценены и даны условием; в В проверяется только числовая запись.

Карточка	Исходная запись / задача
А	8,764 с; $\Delta = 0,043$ с
Б	123,47 г; $\Delta = 1,21$ г
В	0,00650 м: сколько значащих цифр?

За 2 минуты найдите разряд границы, за 4 оформите А/Б по соглашению урока, за 2 объясните нули в В, за 3 проверьте ответы и укажите, какая информация дана, а не вычислена вами. Форма результата: исходно $\rightarrow \Delta$ округлённая $\rightarrow x$ округлённое $\rightarrow$ итог с единицей. Не удаляйте исходные записи.

04. Практика 2. Перенос способа

Почему не стоит рано округлять данные

Новый расчёт: три времени 1,24; 1,25; 1,26 с. Сравните путь А: сначала округлить каждое до десятых и найти среднее; путь Б: найти среднее исходных и только итог округлить до сотых. За 8 минут выпишите промежуточные ряды, оба средних и объясните, какой путь сохраняет больше данных. В половинном случае применяйте соглашение урока.

05. Обсуждение и границы вывода

Позиция А: «много цифр делает отчёт научным». Позиция Б: «должно быть достаточно цифр для цели и ограничений». За 2 минуты подготовьте аргумент из примера, за 3 проверьте возражение «тогда исходные данные тоже округлим», за 2 сформулируйте правило хранения и публикации.

06. Индивидуальная проверка

Оформите $x = 4,286$ мм, $\Delta = 0,017$ мм по соглашению урока; укажите число значащих цифр в 0,00340 и одно правило промежуточных расчётов. 3 минуты на запись, 1 на ключ, 1 на исправление.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

А: $\Delta = 0,043 \rightarrow 0,05$ с, $x = 8,764 \rightarrow 8,76$ с, итог $(8,76 \pm 0,05)$ с. Б: $\Delta = 1,21 \rightarrow 2$ г, $x = 123,47 \rightarrow 123$ г, итог (123 ± 2) г. В: три значащие цифры 6, 5, 0; ведущие нули не считаются. 4 критерия: А, Б, В, понимание, что границы даны. Округление Δ вверх намеренно консервативно.

Практика 2: разбор и критерии

А: 1,2; 1,3; 1,3 с, среднее $3,8/3 = 1,2666...$ с. Б: $3,75/3 = 1,25$ с. Преждевременное округление изменило результат; корректнее хранить исходные числа и округлять конечную запись. 4 критерия: преобразованный ряд, оба средних, выбранный Б, объяснение потери информации. Точность измерения нельзя вывести только из этих вычислений.

Обсуждение: возможный вывод

Исходные показания и вычисления сохраняют с доступной детализацией; итог оформляют по принятому правилу и с известными ограничениями. Лишние цифры могут создать ложное впечатление точности. Но удаление цифр из исходной таблицы мешает проверке и повторному расчёту.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

$\Delta \rightarrow 0,02$ мм, $x \rightarrow 4,29$ мм, итог $(4,29 \pm 0,02)$ мм. В 0,00340 три значащие цифры. Промежуточно не округлять без необходимости; исходные числа хранить. По баллу за Δ , итог x , счёт цифр и правило. При 0–1 повторить разряды, при 2–3 исправить нули или единицы, при 4 объяснить смысл соглашения.

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 процент. При необходимости напомним: 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 38–47 продолжается учебный проект бумажного чехла: обрабатываем числовые серии и оцениваем доказательность выводов. 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: представление результатов анализа	Оформляет итог по заданному правилу	Нет ложной вычислительной точности
Математическая обработка	Сравнивает два пути расчёта	Выявляет эффект преждевременного округления
Погрешности	Согласует разряды x и Δ	Не выдаёт правило округления за оценку ошибки

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

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

NIST TN 1297: представление результатов и оценка неопределённости; правило округления в уроке учебное

<https://www.nist.gov/pml/nist-technical-note-1297>

JCGM/BIPM VIM: неопределённость измерения

<https://jcgmbipm.org/vim/en/2.26.html>

Учебные протоколы, условные авторы, реплики и числовые серии созданы для обучения. Они не выдаются за реально проведённые опыты. Реальные справочные материалы NIST и JCGM/BIPM явно названы; их сведения не смешиваются с условными карточками. Иллюстрация создана для этого урока портала «Школы России», сторонние фотографии не используются. Внешние источники поддерживают понятия, но не являются источником учебных чисел. Проверка источников: 16.10.2026.