



Урок 12. Моделирование

Часть 1. Материалы ученика

Основы исследовательской деятельности · 7–8 классы

Урок 12 из 64 · 45 минут · Модуль «Методология»

Уровень: начинающий исследователь. От понятного вопроса к проверяемому выводу.

Вся программа курса

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

Модель обещает потерю 1 °C за каждую минуту. Через 10 минут она подходит к учебным данным, а через час предсказывает температуру ниже комнатной. Где заканчивается полезность модели?

Результат урока: Построить простую числовую модель, проверить её на новых данных и явно назвать область применения и ограничения.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. Для начальной температуры 40 °C мысленно продолжите правило «минус 1 °C за минуту» до 10 и 30 минут. Сопоставьте с комнатой 22 °C. Запишите вопрос о применимости правила; пока не объявляйте все модели бесполезными из-за одного плохого продолжения.

02. Понятия и разобранный пример

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

Модель — упрощённое представление объекта, процесса или связи. Она сохраняет признаки, важные для вопроса, и опускает остальные. Схема, таблица, формула и материальный макет могут быть моделями. Модель оценивают по задаче и данным, а не по внешнему сходству.

В простейшей числовой модели $T = 40 - k \cdot t$ температура T измеряется в °C, время t — в минутах, коэффициент k — в °C/мин. Это приближение для короткого интервала, а не закон охлаждения на любое время. Разность наблюдения и прогноза называют остатком.

Параметр подбирают по одним данным, а качество желательно проверять по другим. Иначе легко принять точное описание уже известных точек за способность предсказывать новые. Экстраполяция за пределы проверенного интервала требует отдельного обоснования.

Разбор: при $t=0$ температура 40 °C, при $t=10$ — 30 °C. Средняя скорость падения на этом интервале $k=(40-30)/10=1$ °C/мин. Модель даёт $T(5)=35$ °C. Наблюдение 36 °C создаёт остаток $36-35=+1$ °C. Модель не учитывает постепенное замедление охлаждения, поэтому её нельзя без проверки продолжать до часа.

03. Практика 1. Работа с материалом

Учебные данные охлаждения в комнате 22 °C. Для построения модели разрешено использовать только точки 0 и 10 минут, остальные служат проверкой.

Время, мин	0	5	10	15	20
Температура, °C	40	36	30	27	25

14–25 минут. За 2 минуты найдите k ; за 4 составьте строку прогнозов для всех времён; за 3 вычислите остатки; за 2 отметьте, где ошибка растёт. Критерии: верные единицы, знак остатка, различие построения и проверки. Форма — таблица « t , факт, прогноз, остаток» и одна фраза об ограничении.



04. Практика 2. Перенос способа

Другая учебная модель описывает избыток температуры над комнатой: $E = T - 22$. Каждые 5 минут остаётся $\frac{3}{4}$ предыдущего избытка. Начало $T = 40^\circ\text{C}$, значит $E = 18^\circ\text{C}$. Для проверки дан независимый условный ряд T : 40; 35,5; 32,2; 29,6 $^\circ\text{C}$ на 0, 5, 10, 15 минутах.

25–33 минуты. 2 минуты — объясните, почему уменьшают избыток, а не всю температуру; 4 — вычислите три прогноза без промежуточного округления; 2 — округлите до 0,1 $^\circ\text{C}$ и сравните. В 8 классе объясните, почему положительный избыток не меняет знак; в 7 классе выполните последовательное умножение по шагам.

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Сравните преимущества моделей: линейную проще считать, модель избытка лучше отражает приближение к комнате. Может ли более сложная модель быть хуже, если её параметры неизвестны? Предложите выбор для короткого расчёта и для длительного прогноза, обязательно назвав требуемую проверку.

06. Индивидуальная проверка

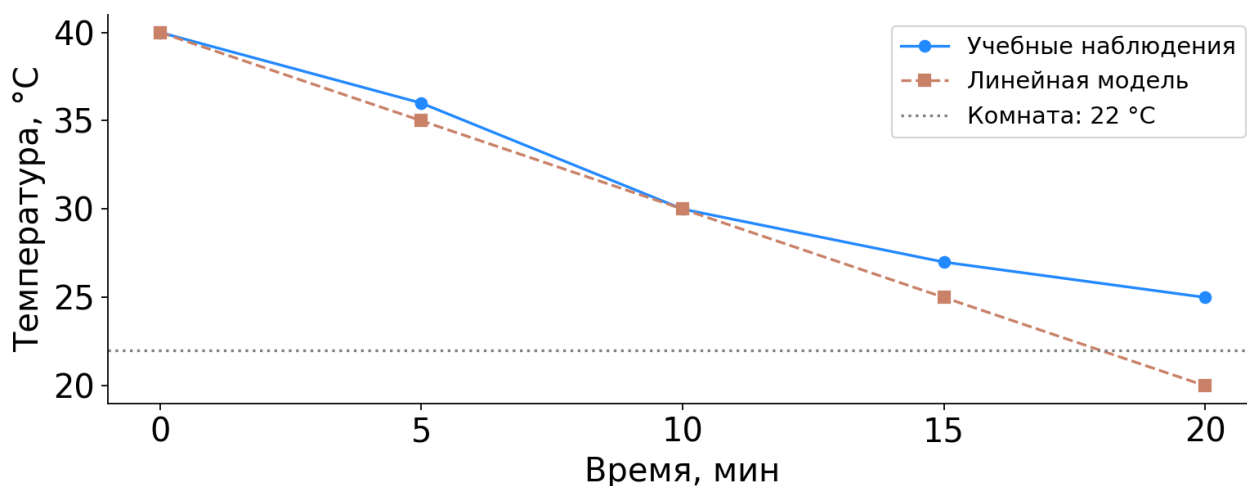
40–45 минут. Модель нагрузки бумажного моста $M = 20n$, где M в граммах, n — число слоёв. Для 1 и 2 слоёв данные 20 и 40 г, для 3 — 50 г. Найдите прогноз для 3; остаток; укажите, какие точки могли служить построению; назовите ограничение. По 1 баллу за пункт.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

$k=1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Прогнозы 40, 35, 30, 25, 20 $^{\circ}\text{C}$; остатки 0, +1, 0, +2, +5 $^{\circ}\text{C}$. Нулевые остатки в 0 и 10 минут ожидаемы: по ним построена модель. На 20-й минуте прогноз ниже комнаты, тогда как готовые данные остаются выше; линейное продолжение здесь плохо описывает процесс.



Линейная модель по точкам 0 и 10 минут расходится с учебными наблюдениями при продолжении.

Практика 2: разбор и критерии

Е: 18; 13,5; 10,125; 7,59375 $^{\circ}\text{C}$. Т: 40; 35,5; 32,125; 29,59375 $^{\circ}\text{C}$, округлённо 40; 35,5; 32,1; 29,6 $^{\circ}\text{C}$. Остатки по округлённым прогнозам: 0; 0; +0,1; 0 $^{\circ}\text{C}$. Положительное Е при умножении на $3/4$ остаётся положительным, температура приближается к 22 $^{\circ}\text{C}$ сверху. Хорошее совпадение с учебным рядом не делает коэффициент универсальным.

Обсуждение: возможный вывод

Для короткого интервала линейная модель может быть достаточна при проверенной ошибке. Для длительного прогноза важна физически разумная граница, но коэффициент всё равно проверяют на новых данных. Сложность сама по себе не гарантирует точность; выбор зависит от задачи и допустимой ошибки.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

Прогноз 60 г; остаток $50-60=-10$ г. Первые две точки согласуются с подбором коэффициента 20 г/слой, третья проверяет продолжение. Линейный рост не подтверждён для трёх слоёв; вывод нельзя переносить на любое n и любой мост. Максимум 4 балла.

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Подготовьте распечатку ученической части PDF либо экран с этой страницей, бумагу, ручки и простой калькулятор. Все тексты, карточки и числовые серии приведены ниже. Регистрация и личные устройства детей не нужны. Предпосылки: объект и предмет исследования, среднее арифметическое, чтение таблицы. При необходимости напомните: среднее — сумма значений, делённая на их число. Это анализ учебных материалов; реальные опыты с горячей водой и опросы детей не проводятся.

7 класс: используйте предложенные формы ответа и проверяйте каждый шаг. 8 класс: дополнительно разберите ограничение вывода и альтернативное объяснение в практике 2. Временные интервалы включают чтение условий, запись и переходы. Семь минут обсуждения:



2 на позицию, 3 на аргументы и возражения, 2 на общий вывод. Матрица соответствия предназначена для подготовки учителя и не добавляет минут к занятию.

Время, мин	Работа	Результат
0–5	Проблема	Первая версия и вопрос
5–14	Понятия, пример, схема	Понимание способа
14–25	Практика 1	Таблица или протокол
25–33	Практика 2	Самостоятельный перенос
33–40	Обсуждение	Аргумент и границы
40–45	Индивидуальная проверка	Ответ по четырём критериям

Пункт программы → действие → результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Моделирование	Строит формулу	Параметр и единицы
Сравнение	Проверяет прогнозы	Таблица остатков
Границы научного вывода	Сравнивает две модели	Область применения

Источники и права на изображения

- Исходная программа курса «Школы России»

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

- National Research Council. Inquiry and the National Science Education Standards: проверка объяснений данными

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

Числовые серии, документы, карточки и ситуации — авторские учебные модели. Они не выдаются за проведённые опыты или реальные опросы. Иллюстрация создана для этого урока портала «Школы России»; сторонние фотографии не используются. Внешние источники поддерживают понятия, но не являются источником вымышленных чисел. Источники проверены 16.10.2026.