



Урок 2. Теория, закон и модель

Основы исследовательской деятельности · 7–8 классы · 45 минут

Урок 2 из 64 · 45 минут · Модуль «Основные понятия»

Уровень: Начальный исследовательский: от понятного вопроса к обоснованному выводу. Задания с дополнительной глубиной обозначены отдельно.

Результат: Различить объяснение, закономерность, модель и отдельное наблюдение на примере охлаждения.

В таблице температура падает примерно на 1 °C за минуту. Ученик продлил линию и предсказал температуру ниже комнатной. Что ошиблось: наблюдение или способ продолжения?

Часть I. Материалы ученику

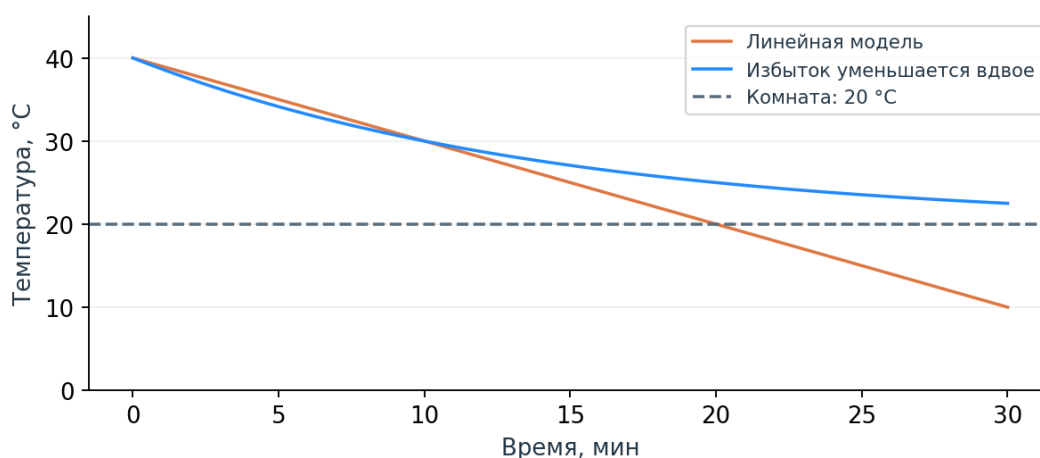
01. Проверьте продолжение линии

0–5 минут. Начальная температура воды 40 °C, комнаты — 20 °C. Правило ученика: каждую минуту вычитать 1 °C. Предскажите температуру через 10, 20 и 30 минут. Обсудите, почему последнее значение требует проверки, если закрытый стакан стоит в комнате; испарительное охлаждение в этой модели не учитывается, иных источников охлаждения по условию нет.

02. Разные функции научных понятий

5–14 минут. Теория даёт связное объяснение широкого круга явлений. Закон описывает устойчивую связь при указанных условиях. Модель — намеренно упрощённое представление для конкретной задачи. Наблюдение — зафиксированный результат. Теория не превращается в закон просто от накопления подтверждений: эти понятия выполняют разные функции.

Пример модели: $T = 40 - t$, где T в °C, t в минутах. При $t=6$ получаем 34 °C. Это линейное приближение короткого участка, а не полное объяснение теплообмена. Другая учебная модель уменьшает превышение над комнатной температурой вдвое за каждые 10 минут: 40 → 30 → 25 → 22,5 °C. Она тоже идеализирует условия, но не уходит ниже 20 °C.



Две учебные модели для воды при температуре комнаты 20 °C. Экспериментальные значения заданы отдельно в таблице; линии не являются результатом опыта.

03. Практика 1. Четыре карточки

Код	Карточка
1	На десятой минуте термометр показал 31 °С.
2	Для первых пяти минут принимаем $T = 40 - t$.
3	Передача энергии связана с взаимодействием и движением частиц вещества.
4	При заданных условиях скорость охлаждения пропорциональна разности температур тела и среды.

14–25 минут. 3 минуты — соотнесите карточки с наблюдением, моделью, теоретическим объяснением и закономерностью; 4 — укажите вопрос, на который отвечает каждая; 2 — найдите ограничение модели 2; 2 — объясните, почему карточка 3 является кратким фрагментом объяснения, а не полной теорией. Форма: четыре строки «роль — вопрос — граница».

04. Практика 2. Выбор по расхождениям

Время, мин	0	10	20	30
Наблюдение, °С	40	31	26	23
Линейная модель, °С	40	30	20	10
Модель уменьшения избытка вдвое, °С	40	30	25	22,5

25–33 минуты. 3 минуты — вычислите абсолютные расхождения моделей с наблюдениями; 2 — их суммы; 3 — выберите модель для этого диапазона и укажите, чего сравнение не доказывает. Критерии: знак не влияет на абсолютное расхождение; выбор основан на числе; совпадение не названо доказательством единственного механизма. В 7 классе можно сложить расстояния между числами; в 8 — записать $|T_{\text{модель}} - T_{\text{набл}}|$.

05. Лучшая модель или точная копия?

33–40 минут. Защитите тезис «Упрощение полезно», используя расчёт. Возразите тезису «Чем сложнее модель, тем она всегда лучше». Если модель воспроизводит четыре старых значения точно, какой новой проверкой оценить её полезность? Предложите конкретное время измерения и не меняйте правило после того, как увидите результат.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. Для воды 36 °С в комнате 20 °С правило уменьшает избыток вдвое каждые 5 минут. Найдите T через 5 и 10 минут; назовите это правило моделью, наблюдением или полной теорией; укажите одну проверку и одно условие применимости. Четыре балла: два значения вместе — 1, классификация — 1, проверка — 1, условие — 1.

Часть II. Ответы и материалы учителю

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

Подготовка и план на 45 минут

Таблицы и график, линейка, калькулятор. Предпосылки: координаты, разность температур. Реального нагревания нет. Все числа — учебные. Для 7 класса используется словесная модель, для 8 класса — формула и остатки. Закономерность на коротком интервале не выдаётся за закон охлаждения при любых условиях.

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

1 — наблюдение: что показал прибор? 2 — модель: как приближённо вычислить T ? 3 — теоретическое объяснение: почему передаётся энергия? 4 — закономерность закона охлаждения в применимых условиях: от чего зависит скорость? Линейную модель нельзя без проверки продолжать далеко за первые пять минут. Карточка 3 не содержит всего аппарата молекулярно-кинетической теории.

Практика 2

Линейная модель: 0, 1, 6, 13 °C; сумма 20 °C. Модель уменьшения избытка вдвое: 0, 1, 1, 0,5 °C; сумма 2,5 °C. По этому критерию и этим данным предпочтительна вторая. Подбор по четырём точкам не доказывает её универсальность и не исключает других моделей.

Обсуждение

Модель помогает рассчитывать без описания каждой частицы; сложность сама по себе не гарантирует предсказания. Например, заранее вычислить T на 15-й минуте выбранным правилом и затем сравнить с новым измерением при прежних условиях. Если правило определено лишь через каждые 10 минут, сначала явно задают способ промежуточного расчёта, а не придумывают его после измерения.

Индивидуальная проверка

Избыток сначала 16 °C, затем 8 и 4 °C: $T=28$ и 24 °C. Это модель. Проверка — независимое измерение через 10 минут по фиксированному протоколу. Условия — стабильная температура комнаты, одинаковая посуда, отсутствие дополнительных источников нагрева/охлаждения; достаточно одного конкретного условия.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Основные понятия науки: теории, законы, модели	Распределяет карточки по функции	Не выстраивает ложную лестницу «теория → закон»
Теория и эксперимент	Сравнивает расчёт с таблицей	Верные остатки и ограниченный выбор
Критерии научного знания	Предлагает новое испытание	Проверка сформулирована до получения результата

Источники и права

Исходная программа курса на портале «Школы России»:

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

National Academies. Teaching About Evolution and the Nature of Science: значения теории, закона и гипотезы:

<https://www.nationalacademies.org/read/5787/chapter/2>

OpenStax, University Physics: механизмы теплопередачи:

<https://openstax.org/books/university-physics-volume-2/pages/1-6-mechanisms-of-heat-transfer>

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.