



Урок 3. Как меняются научные объяснения

Основы исследовательской деятельности · 7–8 классы · 45 минут

Урок 3 из 64 · 45 минут · Модуль «Основные понятия»

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

Результат: Сравнить исторические объяснения перемещения материков по нескольким независимым свидетельствам и отличить новое объяснение от простого переименования.

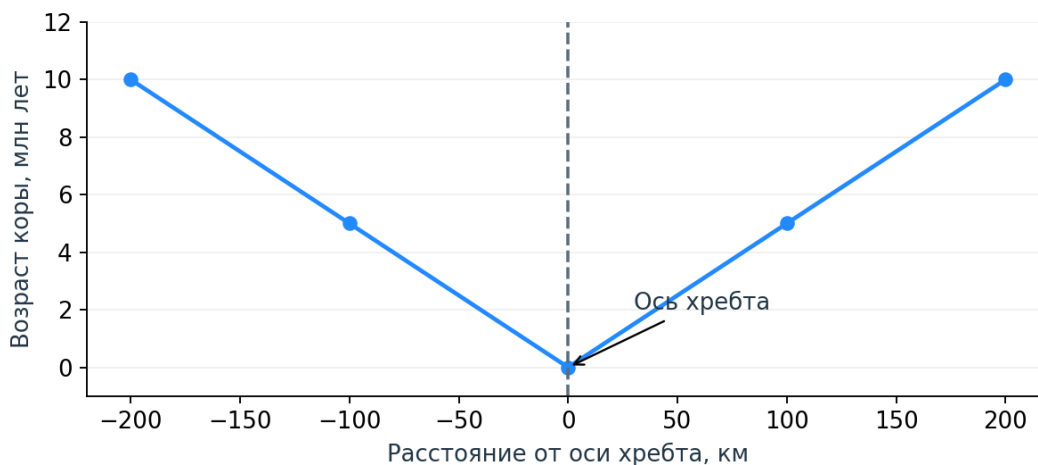
Берега материков похожи на части пазла. Достаточно ли этого, чтобы принять объяснение их движения? Что изменилось, когда исследователи получили сведения об океанском дне?

Часть I. Материалы ученику

01. Похожесть — начало вопроса

0–5 минут. Один ученик предлагает объяснение сходства берегов общей историей, другой — случайным совпадением. За минуту запишите наблюдение, которое позволило бы различить эти варианты. Обменяйтесь вопросами. Не подменяйте геологические данные рисунком современного берегового контура: берег меняется, а убедительность создаёт совокупность свидетельств.

02. От дрейфа материков к движению плит



Условный профиль возраста океанской коры: одинаковый возраст на равных расстояниях от оси. Это учебная схема проверки предсказания, не карта реального океана.

5–14 минут. Альфред Вегенер изложил идею дрейфа материков в 1912 году, а в 1915 году опубликовал книгу. Он сопоставлял не только форму континентов, но и геологические и палеонтологические свидетельства. Одной из трудностей было убедительное объяснение механизма перемещения. Позднее исследования океанского дна, его возраста, магнитных полос и распределения землетрясений помогли развитию тектоники плит. Современное объяснение описывает движение плит литосферы, образование океанской коры и её погружение, а не просто материков, «плывущие» через неподвижное дно.

Разобранный пример различения: объяснение «дно образуется у хребта и расходится» предсказывает молодой материал у оси и более старый по обе стороны. Сам по себе

старый камень далеко от хребта ещё слаб: нужен профиль, способ определения возраста и сопоставление с другими данными.

03. Практика 1. Карточки доказательств

Свидетельство	Что предлагается проверить
А	Сходные ископаемые наземных организмов на разделённых океаном материках.
Б	Сопоставимые геологические структуры на противоположных краях материков.
В	Возраст океанского дна увеличивается от хребта в обе стороны.
Г	Землетрясения концентрируются вдоль определённых границ.

14–25 минут. 2 минуты — прочитать; 4 — связать каждую карточку с вопросом «были ли материки связаны?» или «как устроено современное движение?»; 3 — написать, что каждая не доказывает сама по себе; 2 — выбрать сочетание минимум трёх свидетельств. Форма: «данные — поддерживаемое объяснение — предел». Не ставьте знак равенства между всеми историческими гипотезами и современной теорией.

04. Практика 2. Проверяем пространственное предсказание

Расстояние от оси, км	–200	–100	0	100	200
Возраст коры, млн лет	10	5	0	5	10

25–33 минуты. За 3 минуты опишите симметрию и изменение возраста, за 2 сформулируйте предсказание для расстояния 300 км при сохранении учебной закономерности, за 3 укажите наблюдение, которое заставило бы проверить эту простую модель. Для 8 класса: найдите среднюю скорость одной стороны в км/млн лет и см/год, затем скорость расхождения двух сторон. Это арифметика модели, не универсальная скорость плит.

05. Исправление — слабость или сила?

33–40 минут. Тезис А: «Если объяснение меняется, науке нельзя доверять». Тезис Б: «Новая идея верна просто потому, что она новая». Возразите обоим, опираясь на карточки. Сформулируйте правило сравнения объяснений: что они объясняют, что предсказывают, как выдерживают независимые проверки. Отделяйте оценку человека от оценки аргумента.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. В новом условном профиле расстояния 0, 80, 160 км соответствуют возрастам 0, 4, 8 млн лет. 1) Назовите поддерживаемое предсказание. 2) Назовите ещё один независимый тип свидетельств из урока. 3) Объясните, почему профиль не подтверждает автоматически все детали старого объяснения Вегенера. 4) Предложите проверку с другой стороны хребта. По 1 баллу.

Часть II. Ответы и материалы учителю

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

Подготовка и план на 45 минут

Карточки свидетельств, схема морского дна, бумага. Предпосылки: материк, океан, земная кора. Историческая справка дана ниже; интернет и регистрация детям не нужны. Профиль возрастов океанской коры — условная учебная модель, не результаты конкретной экспедиции. 7 класс работает с качественным сравнением, 8 класс также рассчитывает скорость по модели.

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

А и Б прежде всего поддерживают общую геологическую историю, но сами не определяют современный механизм. В согласуется с образованием и раздвижением океанского дна, однако требует проверки датировок и структуры профиля. Г помогает обнаруживать границы активных зон, но не задаёт одну-единственную модель без других данных. Сильный ответ объединяет А/Б, В и Г.

Практика 2

Возраст растёт на 5 млн лет на каждые 100 км от оси в обе стороны. При 300 км модель предсказывает 15 млн лет. Сильная асимметрия либо более древняя кора у оси потребовала бы проверки данных и допущений, а не автоматического отказа от всей тектоники плит. Скорость стороны $100/5=20$ км/млн лет = 2 см/год; двух сторон 4 см/год. 1 км/млн лет = 0,1 см/год.

Обсуждение

Пересмотр по новым данным повышает объяснительную точность, но новизна сама по себе не аргумент. Тектоника плит использует сведения, недоступные ранней гипотезе, и иначе описывает движущиеся элементы. Подтверждение части идеи о перемещениях не подтверждает любой предложенный ранее механизм.

Индивидуальная проверка

Возраст увеличивается от оси с расстоянием. Независимая опора — например, магнитные полосы или распределение землетрясений. Профиль проверяет возрастно-пространственную связь, а не все механизмы ранней гипотезы. Проверка: измерить возрасты на –80 и –160 км; в простой симметричной модели ожидаются 4 и 8 млн лет. За конкретность каждого пункта — 1 балл.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Развитие науки; смена объяснений	Сопоставляет дрейф материков и тектонику плит	Указывает новые данные и изменение механизма
Краткая история науки	Соотносит историческую идею со свидетельствами	Не подменяет доказательство авторитетом
Теория и эксперимент	Проверяет предсказание на учебной модели	Различает модель и реальные данные

Источники и права

Исходная программа курса на портале «Школы России»:

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

USGS. Wegener's Puzzling Continental Drift Evidence:

<https://www.usgs.gov/educational-resources/wegeners-puzzling-continental-drift-evidence>

USGS. Developing the theory: новые свидетельства: <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/developing.html>

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.