

The background of the slide features a close-up, artistic rendering of the planet Venus, showing its thick, yellowish-orange atmosphere with swirling cloud patterns. In the upper right corner, a bright, glowing sun is visible, casting a warm, golden light across the scene. A large, solid green diagonal shape cuts across the left side of the image, serving as a backdrop for the text.

Венера: соседняя планета и главный пример экстремального парникового эффекта

Самая горячая планета Солнечной системы

Почему Венера важна для астрономии

Венера похожа на Землю по размеру, но её атмосфера, температура и давление показывают, как по-разному могут развиваться планеты земной группы.



243
земных
суток

**длится один оборот Венеры вокруг своей оси,
и это дольше её года.**

NASA Solar System Exploration; Encyclopaedia Britannica

Такой необычный режим вращения делает Венеру исключением среди планет земной группы.



Сравнение Венеры и Земли

Сопоставление показывает, насколько близкие по размеру планеты могут иметь совершенно разные условия.

Сходство по размерам не приводит к сходству климата: решающим оказывается состав атмосферы и её плотность.

NASA Solar System Exploration; Encyclopaedia Britannica

Параметр	Венера	Земля
Диаметр	12 104 км	12 742 км
Температура	~465 °C	~15 °C
Давление	~92 бар	~1 бар
CO ₂	~96,5%	~0,04%

Облачный покров Венеры и его состав



Высотные облака

Облачный слой Венеры начинается примерно на высоте 45–70 км и полностью скрывает поверхность в видимом диапазоне. Именно поэтому планету долго было трудно изучать напрямую.



Сернокислые капли

Облака состоят главным образом из капель серной кислоты. Это делает атмосферу химически агрессивной и формирует плотную, почти непрозрачную оболочку вокруг планеты.



Очень высокая отражательная способность

Альбедо Венеры около 0,75: она отражает большую часть падающего света и выглядит ярче большинства объектов ночного неба, уступая лишь Луне и Солнцу.



Быстрая верхняя атмосфера

Верхние слои атмосферы движутся быстрее поверхности планеты. Такое сверхвращение связано с мощными ветрами и сложной циркуляцией, которую учёные изучают до сих пор.



Энергетический баланс Венеры

➤ Плотная атмосфера задерживает значительную часть тепла, а поверхность почти не теряет его в космос в инфракрасном диапазоне.

➤ Даже при высоком альбедо Венера сильно нагревается: отражение света не компенсирует мощное удержание тепла атмосферой.

Отражается облаками
Поглощается системой



NASA Solar System Exploration; данные по альбедо и парниковому эффекту Венеры

Парниковый эффект на Венере

01

Поглощение инфракрасного излучения

Углекислый газ в атмосфере Венеры поглощает тепловое излучение поверхности и не даёт планете быстро охладиться, создавая крайне эффективный тепловой барьер.

02

Высокое давление

Давление у поверхности в десятки раз выше земного усиливает тепловую нагрузку. При таких условиях атмосфера работает как плотная оболочка, удерживающая энергию почти без потерь.

03

Замкнутая тепловая система

Венера показывает пример неконтролируемого парникового эффекта, когда атмосфера перестаёт регулировать климат и начинает стабильно поддерживать экстремально высокую температуру.

04

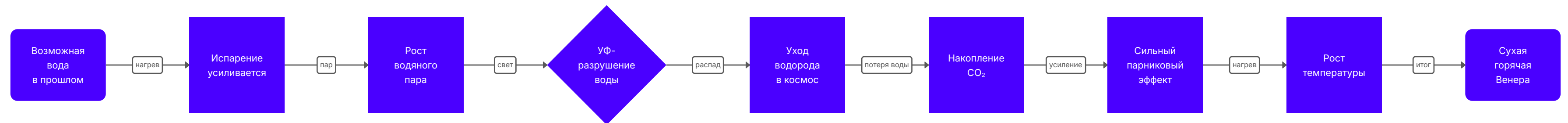
Сравнение с Меркурием

Даже Меркурий, находящийся ближе к Солнцу, холоднее Венеры. У него почти нет плотной атмосферы, поэтому тепло не накапливается так долго и интенсивно.



Как Венера стала раскалённой планетой

Схема основана на представлениях о ранней эволюции атмосферы и потере воды



Рельеф и крупные области поверхности



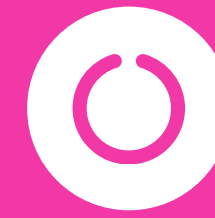
Высокогорья

На Венере выделяются крупные возвышенности, среди которых особенно известна Иштар-Терра. Это один из самых высоких и сложных по строению районов планеты, важный для понимания её тектоники и истории.



Вулканические равнины

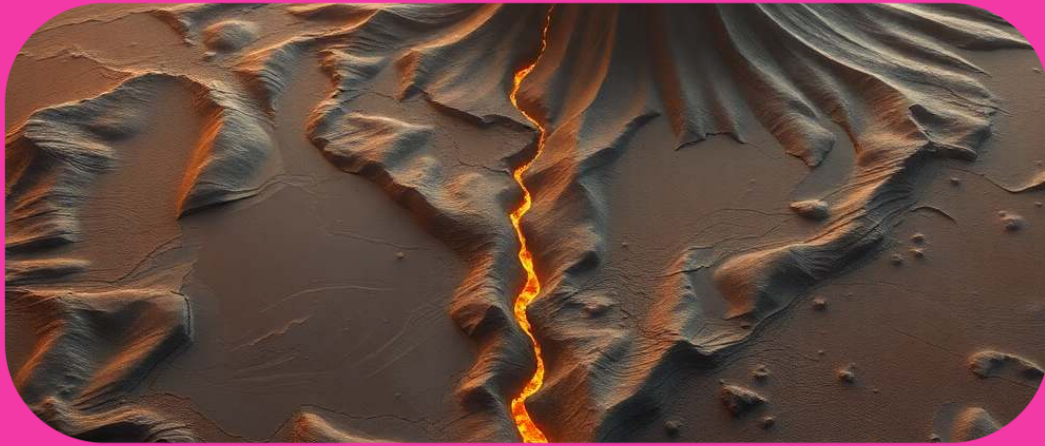
Большую часть поверхности занимают широкие лавовые равнины. Они свидетельствуют о масштабных излияниях расплавленного вещества в прошлом и о том, что поверхность Венеры неоднократно обновлялась.



Мало кратеров

Кратеров на Венере сравнительно немного, что указывает на относительно молодую поверхность. Это означает, что древние следы ударов часто были стёрты вулканизмом и последующей геологической переработкой.

Вулканизм и возможная современная активность



Поверхность, которая ещё меняется

Радиолокационные данные показывают на Венере сотни вулканических построек и протяжённые лавовые поля. Некоторые участки выглядят моложе соседних, что говорит о неодинаковой геологической истории поверхности и возможном продолжении внутренних процессов.



Следы недавних преобразований

В отдельных районах исследователи обнаружили признаки изменений, которые могут быть связаны с вулканизмом. Такие наблюдения особенно важны, потому что плотные облака скрывают поверхность от обычного зрения и требуют более сложных методов изучения.

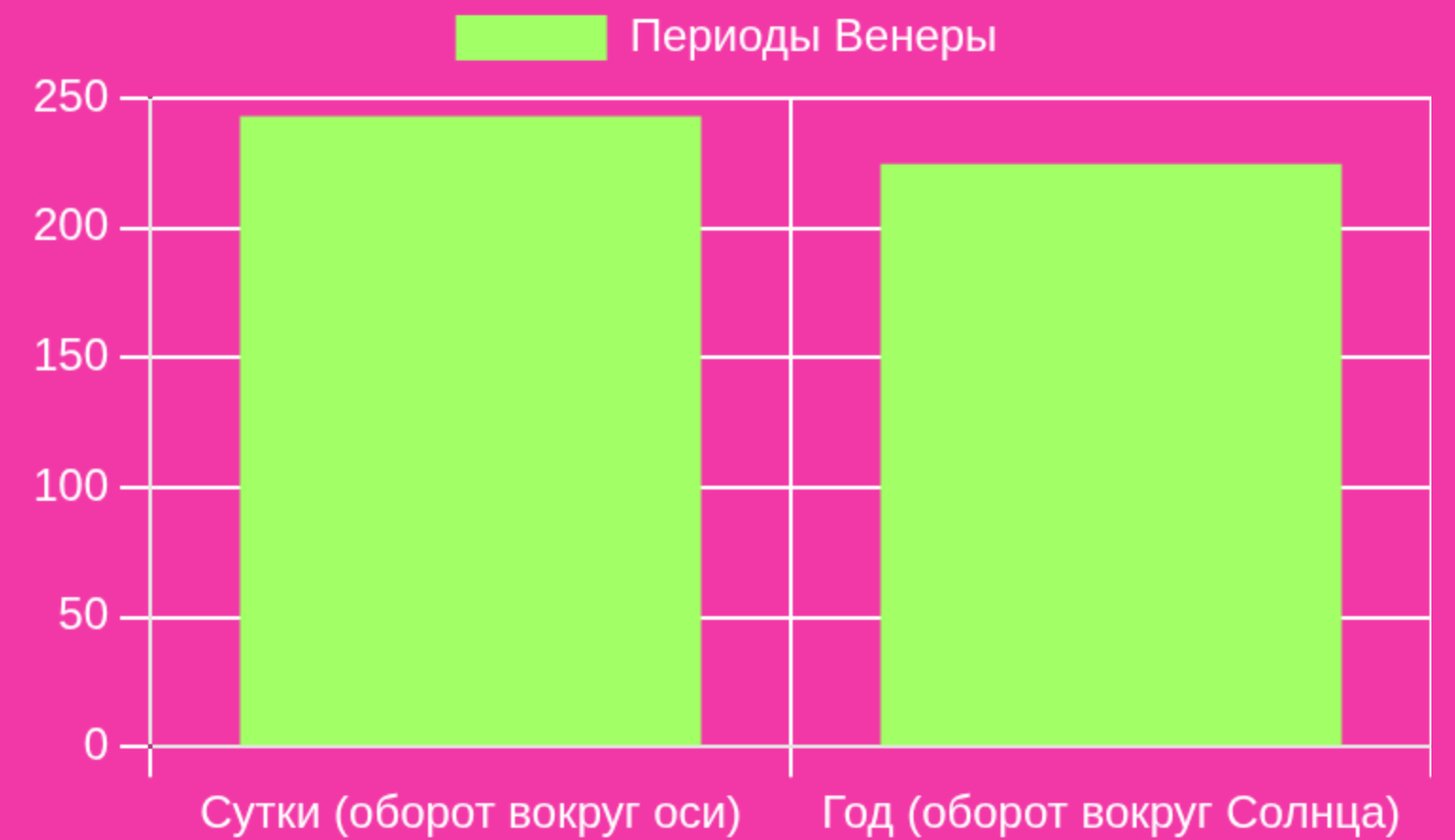


Планета с живой геологией

Венера остаётся одной из немногих планет, где внутренняя геология может быть активной и сегодня. Для школьника это хороший пример того, что даже внешне «спокойная» планета способна сохранять мощные глубинные процессы.

Сутки, год и направление вращения Венеры

- Из-за медленного и ретроградного вращения один венерианский день необычно длинен и связан с нетипичным движением Солнца по небу.
- На Венере сутки длиннее года, а обратное вращение делает солнечный цикл принципиально иным, чем на Земле.



NASA Planetary Fact Sheet; общепринятые астрономические параметры Венеры

Почему Венера вращается в обратную сторону



Раннее формирование

Венера сформировалась как планета земного типа, но её дальнейшая динамика могла сильно отличаться от земной уже на ранних этапах.



Возможный сдвиг оси

По одной из гипотез, крупное столкновение или серия ударов изменили направление вращения и наклон оси, запустив долгую перестройку движения.



Долгая эволюция вращения

Затем приливные взаимодействия и влияние плотной атмосферы могли замедлять вращение, пока планета не пришла к современному ретроградному режиму.

Главные миссии к Венере и их результаты

Миссия	Период	Результат
Venera 7	1970	Первая посадка
Venera 13	1982	Фото и грунт
Magellan	1990–1994	Радарная карта
Venus Express	2006–2014	Атмосфера



Автоматические станции позволили получить данные, которые невозможно собрать с Земли из-за плотных облаков и экстремальных условий у поверхности.



Каждая миссия добавляла новый уровень знаний: от первых измерений у поверхности до глобального радиолокационного картирования и изучения атмосферы.

NASA; архивы советской программы «Венера»; ESA

Как изучают Венеру сквозь плотную атмосферу



01

Радиолокация

Радар проходит сквозь облака лучше видимого света, поэтому даёт изображения рельефа, позволяет оценивать высоты и выявлять крупные геологические структуры на поверхности.

02

Инфракрасные окна

В некоторых диапазонах инфракрасного излучения атмосфера Венеры частично прозрачна, и это помогает наблюдать отдельные участки нижних слоёв и тепловые аномалии.

03

Спускаемые аппараты

Посадочные модули измеряют температуру, давление и состав газа прямо у поверхности, где оптические методы почти бесполезны из-за плотных облаков и высокой жары.

04

Синтез данных

Совмещение радарных снимков, спектральных измерений и данных посадок позволяет восстанавливать строение планеты, не видя её поверхности в обычном свете.

Состав атмосферы Венеры

- Следовые газы, включая сернистый газ и водяной пар, влияют на химию облаков, хотя их доля крайне мала по сравнению с основными компонентами.
- Преобладание углекислого газа и почти полное отсутствие водяного пара объясняют высокую плотность атмосферы и мощный парниковый эффект.



NASA Planetary Fact Sheet; общепринятые данные по составу атмосферы Венеры

Венера и Земля: сходное начало и разные последствия



Похожий масштаб

Венера почти одного размера с Землёй, поэтому долгое время её рассматривали как ближайшую «сестру» нашей планеты по физическим параметрам и плотности.



Разная судьба воды

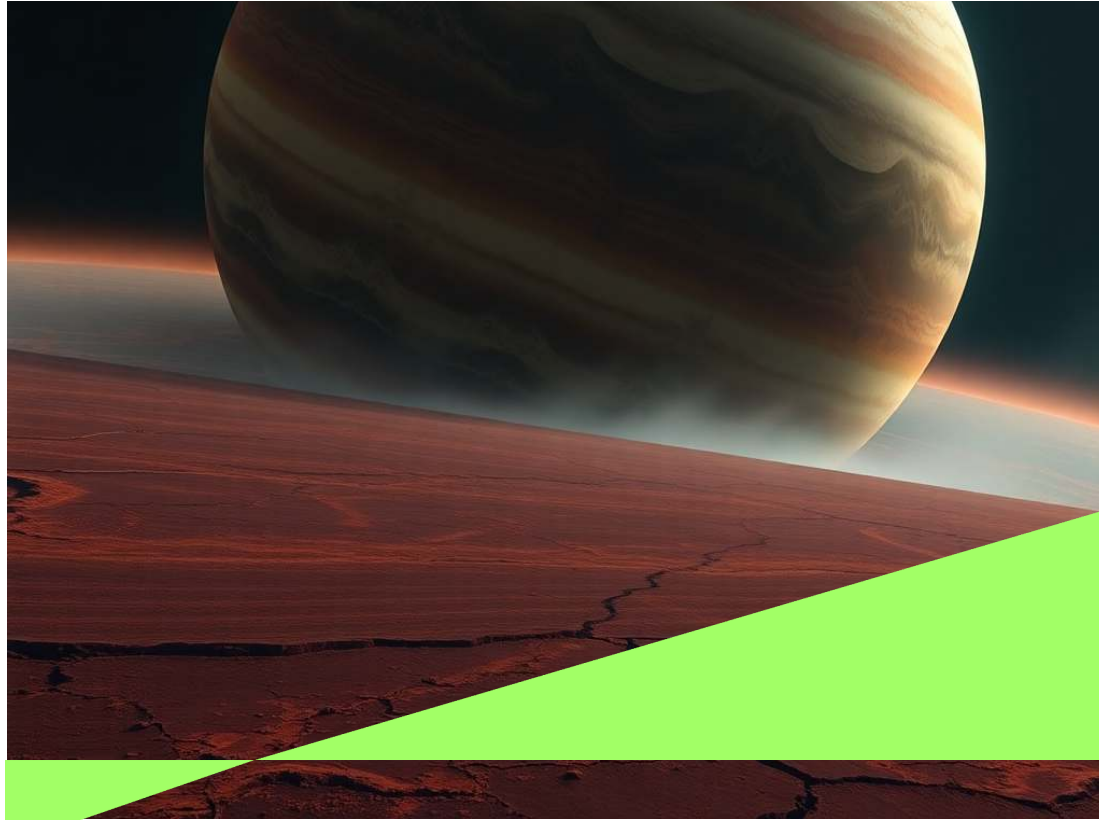
Если в прошлом на Венере действительно было больше воды, её постепенная утрата могла радикально изменить климат, химический состав атмосферы и геологическую эволюцию.



Урок для климата

Сравнение двух планет показывает, что даже при близких размерах итоговое состояние зависит от атмосферы, солнечного нагрева и способности удерживать воду.

Венера как пример климатической катастрофы



Планета, потерявшая равновесие

Когда-то Венера, возможно, была ближе к умеренному миру, но её климат вышел из устойчивого состояния. Усиление испарения, рост содержания водяного пара и последующая потеря воды сделали атмосферу всё более горячей и плотной.



Парниковая ловушка в действии

Сегодня поверхность Венеры нагрета до экстремальных значений, а плотный слой углекислого газа почти не выпускает тепло наружу. Это наглядный пример того, как атмосфера может превратиться в замкнутую тепловую ловушку.



Предупреждение для земных миров

Изучая Венеру, учёные видят пределы, за которыми климат становится непригодным для привычной нам жизни. Сравнение с Землёй помогает точнее оценивать устойчивость атмосферы и возможные последствия её изменения.

Будущие исследования Венеры

Новые орбитальные миссии

Орбитальные аппараты должны уточнить строение атмосферы, тепловой режим и распределение минералов на поверхности, скрытой плотными облаками.

1

Радиолокационное картирование

Радарные наблюдения помогут получить более точные карты рельефа и проследить изменения в районах, где возможна недавняя геологическая активность.

2

Изучение облаков и химии

Спектральные приборы будут анализировать состав облаков и газов, чтобы понять, как формировалась современная атмосфера и куда исчезла вода.

3

Посадки в экстремальных условиях

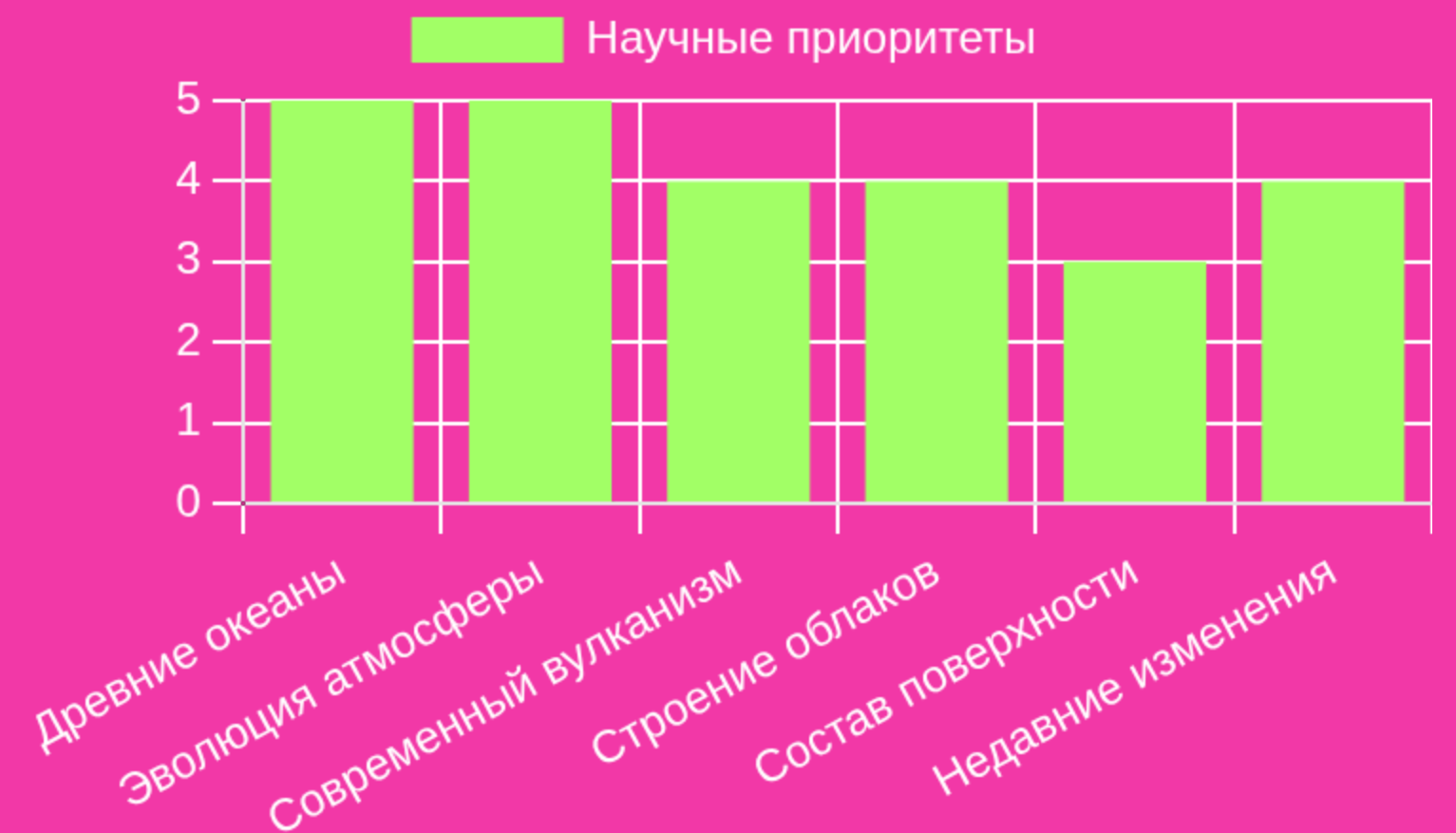
Новые спускаемые аппараты должны выдерживать высокие температуру и давление, чтобы непосредственно измерить параметры у поверхности и проверить гипотезы о вулканизме.

4

Почему Венера остаётся ключевым объектом исследований

➤ Венера помогает проверять модели, которые описывают переход планеты от потенциально умеренного состояния к экстремальному климату.

➤ Приоритеты исследований связаны между собой: чтобы понять нынешнюю Венеру, нужно одновременно изучать её атмосферу, поверхность и историю воды.



Обобщение направлений исследований по данным NASA и ESA



Венера показывает пределы планетного климата

Венера убеждает, что размер, похожий на земной, не гарантирует пригодных условий. Её история соединяет атмосферу, геологию и эволюцию, напоминая: климат планеты может измениться радикально и надолго.