

НАСТОЯЩЕЕ КИНО. ФИЛЬМЫ, КОТОРЫЕ НАДО ПОСМОТРЕТЬ НА ЭТОЙ НЕДЕЛЕ *стр. 74*

ВСЯ ПРАВДА О ПОЛИЦИИ: ИСПОВЕДЬ МЕНТА *стр. 26*



РЕПОРТАЖ ИЗ ПОДЗЕМЕЛЬЯ. Каким стал Большой театр после исторической перестройки *стр. 38*



ФИЛИПП СТАРК: «Меня никогда не интересовали «красивые» вещи, тем более модные» *стр. 16*

www.rusrep.ru

№ 41 (219) 20–27 октябрь 2011

рекомендованная цена 35 рублей

РУССКИЙ РЕПОРТЕР

НЕИЗВЕСТНЫЕ ГЕРОИ РОССИИ

ПОРТРЕТЫ УЧАСТНИКОВ СВЕРХСЕКРЕТНЫХ ОПЕРАЦИЙ
стр. 46



ОНИ ТАКИ ВЫМЕРЛИ

СЛЕДСТВИЕ ПО ДЕЛУ
О САМОМ МАССОВОМ
УБИЙСТВЕ
В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ
стр. 58



10 ТИРАНОВ МОДЫ

КТО ПОСТРОИЛ
ЭТОТ ПРЕКРАСНЫЙ
НОВЫЙ МИР
ВЕЩЕЙ
стр. 84



ГЕОЛОГИЯ

Всех убил плюм Следствие по делу о самом массовом убийстве в истории Земли

Текст: Дарья Головина, Алексей Торгашев



250 миллионов лет назад произошло великое вымирание видов. Погибло почти все живое. Российские геологи реконструировали древний катаклизм — новая модель показывает, как на территории нынешней Сибири из глубин планеты поднялся пузырь раскаленного вещества. Именно он стал виновником массовой гибели животных и растений

Ничто не предвещало беды. Ласковое солнце согревало своими лучами широкие просторы древнего материка Пангея. Трепетали на мягком ветру ветви раскидистых птеридоспермов, на уютных лужайках, заросших сочным папоротником, мирно паслись упитанные дицинодонты. Время от времени к одному из беззащитных животных подходил страшный горгонопс и всаживал в него саблевидные клыки (так они обедали).

В озерах среди торчащих из воды каламитов охотились на рыбку лабиринтодонты и хронизухи, похожие на добрых крокодилов, а на отмелях нежились бегемотоподобные шипастые парейазавры. И повсюду сновали многоножки, ползали жуки, скорпионы и ручейники, летали огромные стрекозы — праздник жизни заполнял собой все стихии континента. А в море, теплом неглубоком море, омывавшем древнюю Пангею, множилось фораминиферы, плавали во множестве моллюски и рачки, шевелили щупальцами аммониты, выглядывая из спиральных раковин...

Ничто не предвещало беды миру под ласковым солнцем конца пермского периода. В это время на севере, в том месте, которое потом назовут Сибирью, вздымал хвойные кроны чистый кордаитовый лес, где безраздельно хозяйничали членистоногие.

И вдруг чудовищные взрывы начали разрывать земную кору. Через трещины и провалы в атмосферу вырвались раскаленные облака углекислого газа, серы и пепла — кордаиты и насекомые Сибири погибли во множестве.

Супервулканы извергались день и ночь, год за годом, их выбросы достигали стратосферы, разносились ветрами по всей планете, а описанная выше живность смотрела на все это, надо полагать, с удивлением. Впрочем, у организмов того времени было не так много мозгов, чтобы уметь удивляться. Почти все они вскоре вымрут, а половину Сибири зальет магмой.

Состав дела.
Массовое вымирание. Версии 250 миллионов лет назад погибло около 90% всех видов животных. Время шло, природа восстановилась, но Землю обживали уже совсем другие существа. Это вымирание разделило две эры в эволюции жизни: палеозой до и мезозой после.

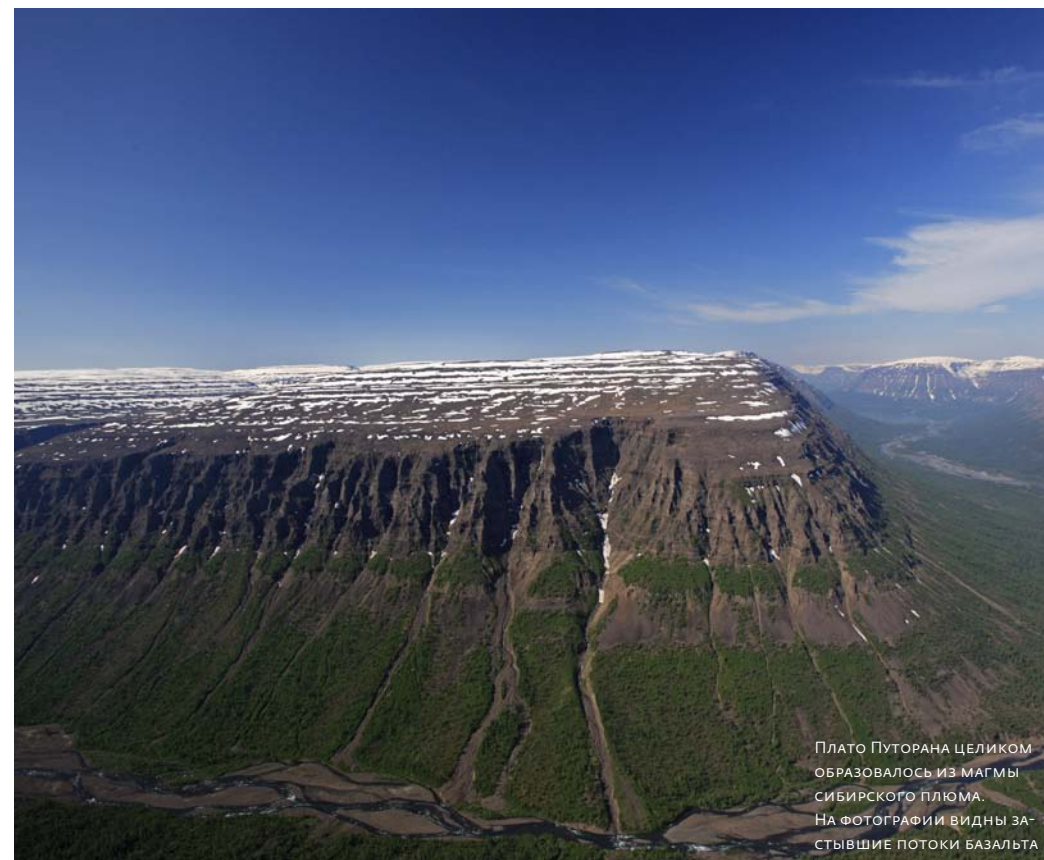
В истории Земли массовые вымирания видов происходили неоднократно. Самое известное — исчезновение динозавров 65 миллионов лет назад, но самое масштабное — как раз пермское.

О причинах пермского вымирания (как, впрочем, и остальных) постоянно спорят: мог измениться климат, упасть астероид, внезапно подняться метан со дна океана, каким-то образом исчезнуть кислород, биота сама могла себя погубить, и, наконец, отравить атмосферу и океан могли вулканические газы.

Обстоятельства дела.
Магма в неполюженном месте в ненадлежащее время В прошлом месяце в журнале Nature появилась статья под заголовком Linking mantle plumes, large igneous provinces and environmental catastrophes, что можно перевести как «Связь мантийных плюмов, больших магматических провинций и экологических катастроф».

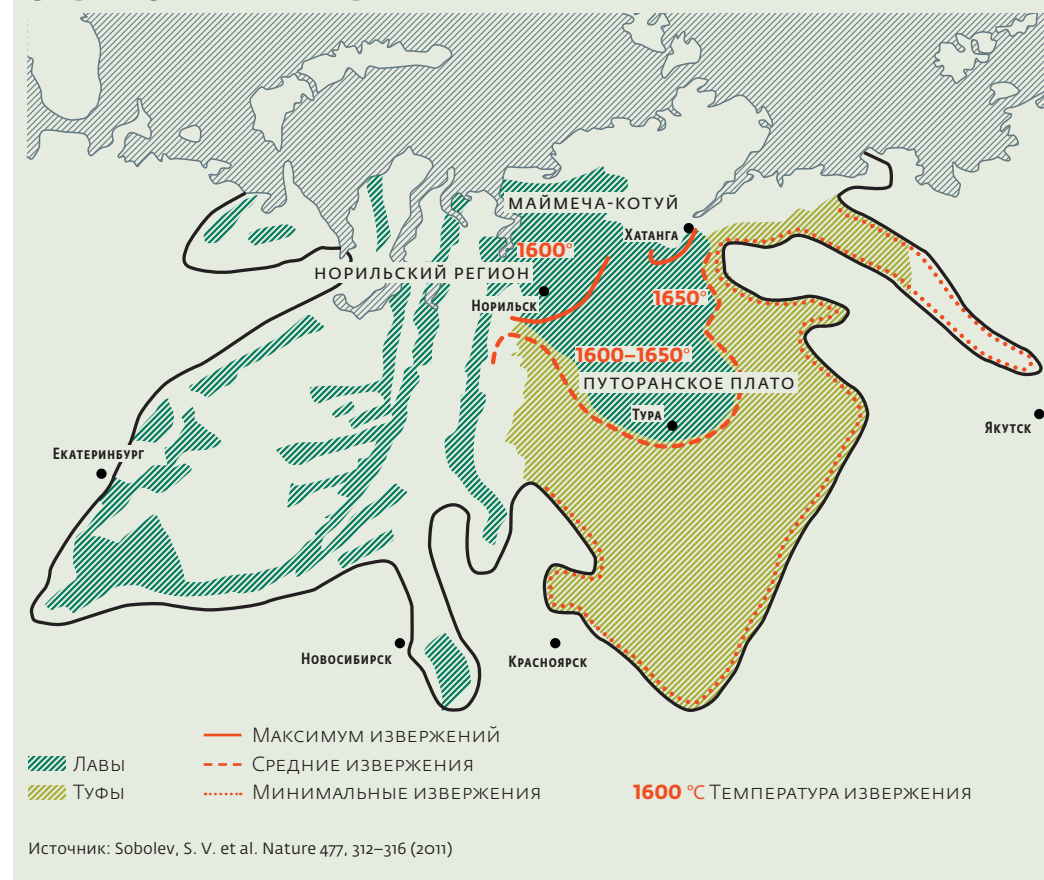
Работа геологическая, сделана в основном российскими учеными, а главные авторы — братья-близнецы Соболевы, Степан и Александр. Степан геофизик, сейчас работает в Потсдаме, как раз он и сделал модель, показывающую, как образовались сибирские траппы. Александр — геолог-геохимик, сотрудник ГЕОХИ им. Вернадского, предложил идею и руководил сбором и изучением образцов. — Large igneous provinces, по-русски это будет... большие магматические провинции — так, да? Это совершенно удивительные образования, — говорит Соболев-геофизик. — Посмотрите карту, и вы по всей Земле увидите кляксы, которые никак не коррелируют с главными особенностями — литосферными плитами. Магма изливалась в местах, где есть мощная литосфера, а не на стыках плит!

Соболев говорит вот о чем. Если посмотреть на Землю в разрезе, мы увидим, что сверху расположена твердая оболочка — литосфера (кора Земли, состоящая из блоков, литосферных плит), а под ней — вязкая, твердая и горячая мантия.



Плато Путорана целиком образовалось из магмы сибирского плюма. На фотографии видны застывшие потоки базальта

СИБИРСКИЕ ТРАППЫ



Если искать аналогии в обычном мире, то мантийное вещество похоже на пластилин (разумеется, это из-за огромных давлений и температур — на поверхности Земли такое вещество тут же застывает, и при ближайшем рассмотрении кусок бывшей мантии окажется увесистым темно-зеленым бульбужником). Мантия уходит вглубь приблизительно на 3000 километров, а под ней находится жидкое и горячее внешнее ядро Земли.

Так вот, литосферные плиты как бы плавают сверху мантии, периодически соединяются, потом опять расходятся. Двигаются они очень медленно, на сантиметры в год. Толщина литосферы — и это очень важно для дальнейшего расследования обстоятельств дела — варьируется от 0 до 250–300 километров. Там, где толщина равна нулю, как правило, находятся стыки плит — мантия подходит там к поверхности и все время выдавливается наверх, образуя новую, молодую кору. Сейчас такие места есть в океанах.

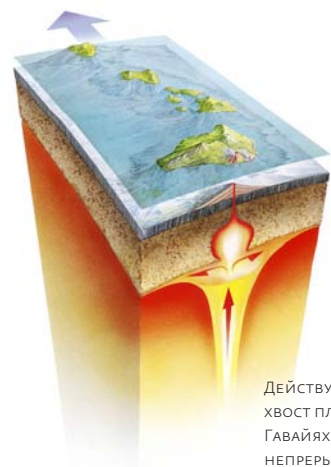
Заметные геологические события, например землетрясения и извержения вулканов, происходят почти всегда на границах плит. Но с большими магматическими провинциями — так по-научному называются огромные извержения магмы, случавшиеся в доисторические времена, в том числе и сибирские траппы, — случай особый.

Обычный масштаб времени для геологических процессов — миллионы лет, — объясняет Степан Соболев. — За один миллион лет ничего не происходит. Но не в нашем случае! Гигантские поля — миллионы квадратных километров магмы — образовались за миллион лет или даже за сотни тысяч лет, что для геологии — секунды.

Обстоятельства дела. Плюм

— Объяснение было придумано давно, еще в 80-е годы, — продолжает Степан, — плавление мантийных плюмов.

Из самых нижних слоев мантии от самой жаркой печки — ядра Земли — поднимается поток особенно горячей материи. Это и есть плюм.



ДЕЙСТВУЮЩИЙ ХВОСТ ПЛЮМА НА ГАВАЙЯХ ИЗВЕРГАЕТСЯ НЕПРЕРЫВНО

Плюм похож на головастика. У него есть голова и хвост. Он медленно, на десятки сантиметров в год, поднимается вверх и, когда его голова достигает литосферы, плавится, потому что давление уже низкое, а температура все еще высокая. Расплав поднимается на поверхность и вытекает в виде магмы.

— Это естественное объяснение и сибирских траппов, и других магматических провинций, — поясняет геофизик Соболев. — Из современных примеров — гавайские вулканы. Там сейчас действует хвост плюма — он связан с горячим источником на большой глубине, поэтому через него постоянно подается горячий материал. А голову гавайского плюма никто никогда не видел. Может быть, она и не пробилась к поверхности, а ушла куда-то вбок под литосферную плиту.

Противоречия в показаниях.

Недостача двух километров

Геофизика — наука точная. Можно рассчитать с некоторой погрешностью, что будет происходить на поверхности, если к ней поднимется горячий плюм. Рассчитали. Получается, что этот легкий горячий пузырь должен поднять над собой литосферу куполом. Причем чем горячее вещество плюма, тем сильнее поднятие — порядка километра на каждые 100 градусов избыточной температуры. Сибирский плюм по расчетам должен был поднять кору на два километра.

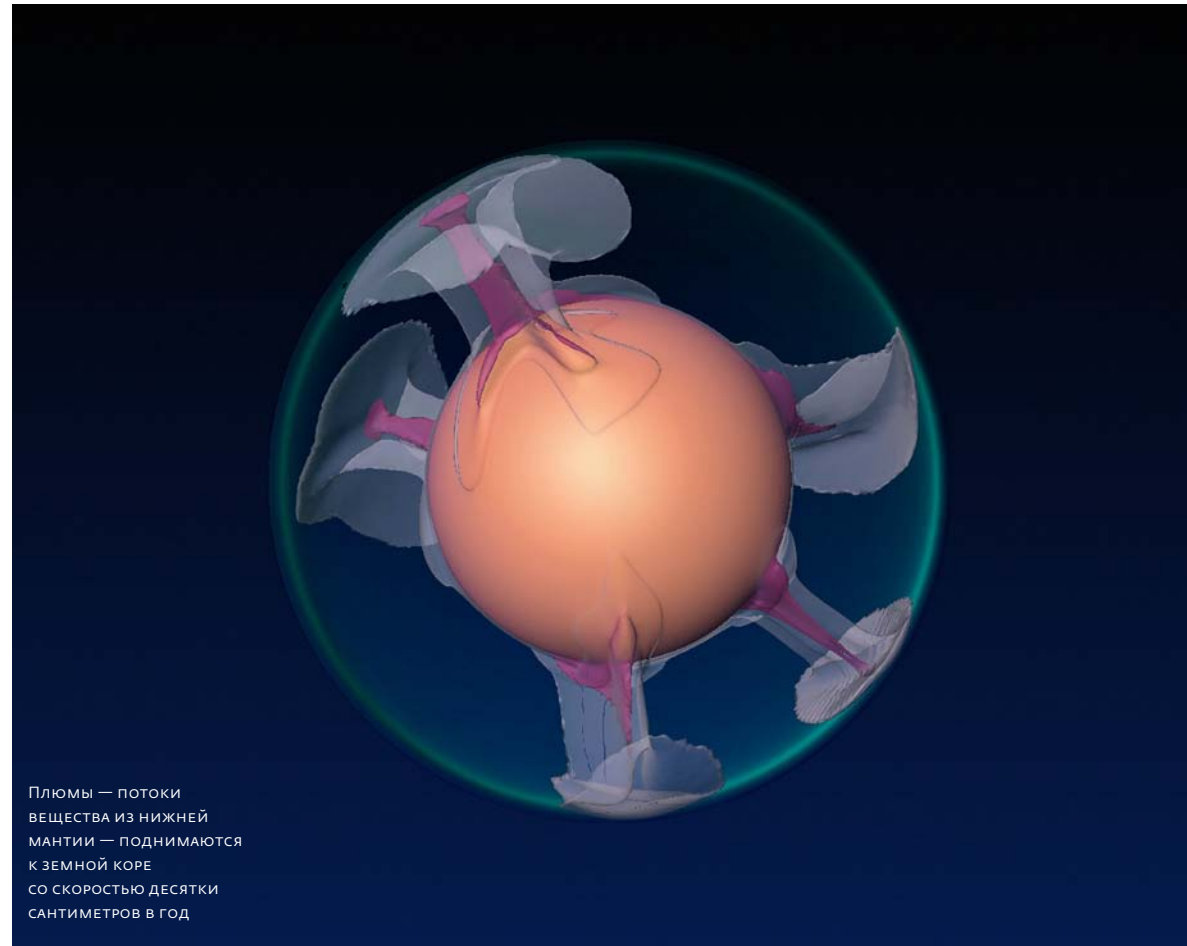
Геологи умеют восстанавливать древний рельеф. Восстановили. Оказалось, что в Сибири никакого поднятия не было, а наоборот, местами было мелкое море, местами низинка на суше. В том числе и в районе нынешнего Норильска, откуда и вытекал основной поток магмы. И никаких следов гигантского вспучивания.

— Это стало известно лет десять назад, и с тех пор вышел ряд статей типа «Смерть сибирского плюма». Мол, эти базальты изливались в морских условиях, значит, никакого поднятия не могло быть, значит, никакого сибирского плюма и не было, — сообщает Степан Соболев.

Противоречия в показаниях.

Мало газа

Еще одно противоречие: экологическую катастрофу должны были спровоцировать газы, которые выделяются из магмы (сама по себе она не может вызвать гибель 90% живых организмов). Происходит это следующим образом. По дороге наверх плюм всасывает в себя из окружающих пород всю ту гадость и дрянь, которая загрязняет атмосферу, в первую очередь углекислоту, CO₂. А когда магма выходит на поверхность, эти газы улетучиваются в атмосферу. Довольно просто посчитать, сколько этих газов вышло. Посчитали. Оказалось, что выброс, конечно,



Плюмы — потоки вещества из нижней мантии — поднимаются к земной коре со скоростью десятки сантиметров в год

большой, но не настолько, чтобы убить все живое.

— Противоречие попытались снять при помощи следующего рассуждения. Магма попала в слой, где залежало много угля, и сожгла его — произошел мощный выброс углекислого газа. Но тогда вместо нестыковки в количестве, есть и нестыковка во времени. Все основные вымирания, а их четыре или пять, происходили, скорее всего, в начале главных магматических излияний. Не в конце или в середине, а именно в начале. В тот момент, когда магма еще не успевала сжечь много угля и выбросить много газа в атмосферу, — продолжает наш собеседник.

Обстоятельства дела. Субдукция

С одной стороны, плюм есть, магма есть, массовое вымирание есть. С другой стороны, «быть этого не может» из-за вышеперечисленных противоречий. В общем, как объясняют геологи, «нужен плюм, но другой». И он нашелся. — Давайте вспомним о главных геологических процессах — о движении литосферных плит, тектонике, — говорит Александр Соболев, геолог. — Один из серьезных эффектов этого движения — субдукция. Это когда одна плита подползает под другую и затем уходит вниз, в глубокую мантию.

Есть сейсмологические данные, показывающие, что вещество, которое когда-то было на поверхности, опускается очень глубоко в мантию. И это вещество для мантии чужое.

Когда, допустим, океаническая кора опускается в глубь Земли, она как бы заражает мантию веществом, которого там никогда не было: осадочные породы, биологические осадки, минералы, взаимодействовавшие с морской водой миллионы лет...

Ну хорошо, вот она, литосфера, опустилась туда, на три тысячи километров. Дальше что? А дальше в 80-х годах прошлого века немец Альбрехт Хофманн и американец Уильям Уайт предположили, что это вещество каким-то образом потом захватывалось мантийными плюмами, поднималось наверх и плавилось заново. Это была крамольная идея, геологи долго в нее не верили.

— Про субдукцию знали давно, — рассказывает геолог Соболев. — Одним из первых на нее указал в своей работе мой отец, академик Соболев Владимир Степанович... Нам, вообще говоря, со Степаном повезло: мы имели своим учителем отца. У нас еще есть старший брат, Николай, тоже академик и тоже геолог, вот как раз они с отцом и показали, что в алмазах с глубин встречаются вещества

с поверхности... Но идея Хофманна заключалась в том, что есть и восходящий поток. Как раз в плюмах.

Вещественные доказательства.

Элементы с поверхности

В 90-е годы Александр Соболев изучал состав гавайских магм и обнаружил довольно странную вещь: в тамошних кристаллах оказалось вещество, которого никак не должно было быть. Магма идет с очень большой глубины, а в этих кристаллах было вещество практически с поверхности. На одной из конференций Александр рассказал о результатах этого исследования, и к нему подошел Хофманн, сказав, что это подтверждает его гипотезу. — По Хофманну, это и есть то самое древнее рециклированное вещество, которое прошло очень глубоко, а потом вернулось наверх, — продолжает Александр. — Я, как и многие другие, сначала не поверил. А он мне говорит: «Смотри сам». Я начал разбираться с составом элементов и убедился, что мы действительно видим рециклированное вещество. Первую работу в Nature мы опубликовали с Хофманном в 2000-м году, а сейчас вышла уже третья и две публикации в Science.

Вещественные доказательства.

Сибирская магма

— Сибирские траппы — это для нас семейное дело, отец был одним из основоположников их изучения, а я первый раз вышел на них физически, ногами, в 1973 году, когда был студентом, — вспоминает Александр Соболев. — И когда мы стали работать с Хофманном, то, конечно, оценили количество рециклированного вещества в образцах из Сибири. И увидели, что в сибирских траппах его очень много.

И совсем уж поразительная вещь обнаружилась: в начале извержения магма шла с одной глубины, а потом — раз! — с глубины на 50 километров ближе к поверхности. Получалось, что литосфера моментально стала вдвое тоньше.

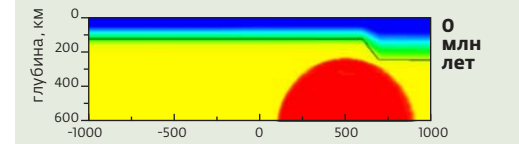
Что делать с этими фактами, геологи не знали. Александр обратился к геофизикам и, конечно, к своему брату. Задача ставилась так: найти модель, в которой за короткое время (десятки-сотни тысяч лет) каким-то образом исчез слой литосферы толщиной в 50 километров. Первая реакция геофизиков была предсказуемой: «Быть такого не может!» — Брат сначала то же самое сказал, но Степака заводной. Через полгода он мне говорит: «Ты знаешь, Саша, получается!»

Приговор

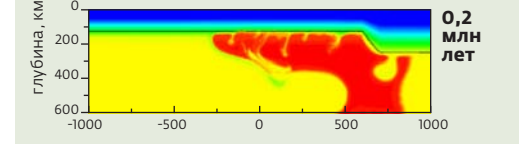
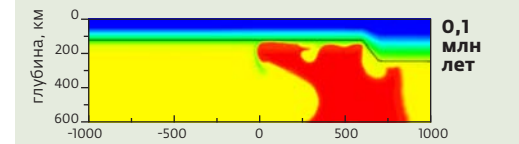
Модель, которую построили братья и просчитал на суперкомпьютере Степан Соболев, следующая. Океаническая кора, ушедшая когда-то на несколько тысяч километров в Землю,

ПУТЕШЕСТВИЕ СИБИРСКОГО ПЛЮМА

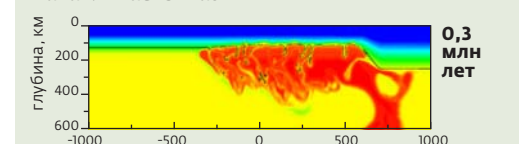
Голова плюма поднялась из мантии к литосфере



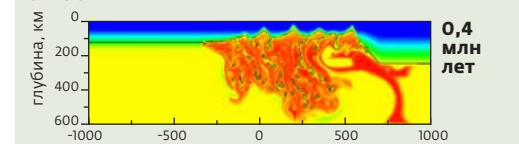
Извержение самых горячих магм



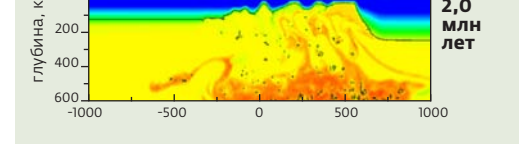
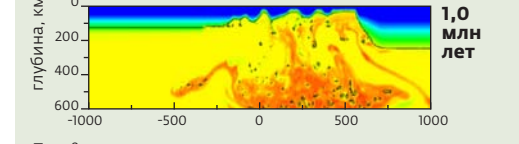
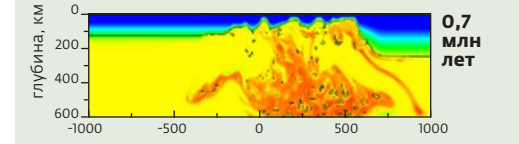
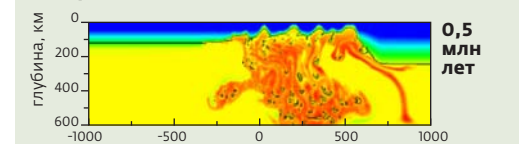
Плюм плавится и плавит литосферу. Тяжелое вещество литосферы погружается. Накапливается газ



Прорыв газа. Литосфера продолжает разрушаться



Извержение основных магм



Источник: Sobolev, S. V. et al. Nature 477, 312–316 (2011)

была подхвачена горячим, идущим вверх потоком в мантии.

Вещество коры, как уже говорилось, другое: оно, во-первых, тяжелее, чем мантия, во-вторых, легче плавится. В результате сибирский плюм полз вверх гораздо медленнее, чем мог бы, и добрался до литосферы практически на издыхании. Поднять ее на два километра вверх он уже не мог, напора хватило только на двести метров. Затем небольшая часть глубинной магмы расплавилась и прорвалась сквозь 130 километров литосферы на поверхность, вылилась и застыла. Но это была только одна десятая часть от того, что залило Сибирь позже.

Главная часть плюма «сидит» под литосферой и плавится. В первую очередь плавится та самая бывшая океаническая кора, которой там всего пятнадцать процентов, — получается огненное море с температурой около 1600 °С. Этот расплав со страшной скоростью «сгрызает» литосферу снизу.

— Представьте себе такую аналогию, — втолковывает Степан Соболев. — У вас есть лед на

реке. Вы подгоните какое-нибудь вещество, допустим капельки свинца, нашьпигуете ими нижний слой льдины — она станет тяжелой, от нее начнут отрываться куски и тонуть. Как раз это и происходит с литосферой.

Так вот за считанные сотни тысяч лет был «съеден» слой твердой литосферы в 50 километров.

Но и это еще не все. Из расплава и утонувших кусков литосферы вверх уходят газы — в основном тот самый углекислый газ. Десятки и сотни тысяч лет он скапливался под поверхностью, а потом прорвался в атмосферу. Согласно модели, в выбросе столько же CO₂, сколько было до извержения во всей остальной атмосфере и океане планеты. Таково «подарка» биота вынести не смогла.

— Если бы вы находились в то время в районе Норильска, вы бы вот что увидели: сначала довольно сильные взрывы газа, сопровождающиеся излиянием магмы. Потом все прекращается и на 100–200 тысяч лет успокаивается. Затем происходит огромный, мощнейший

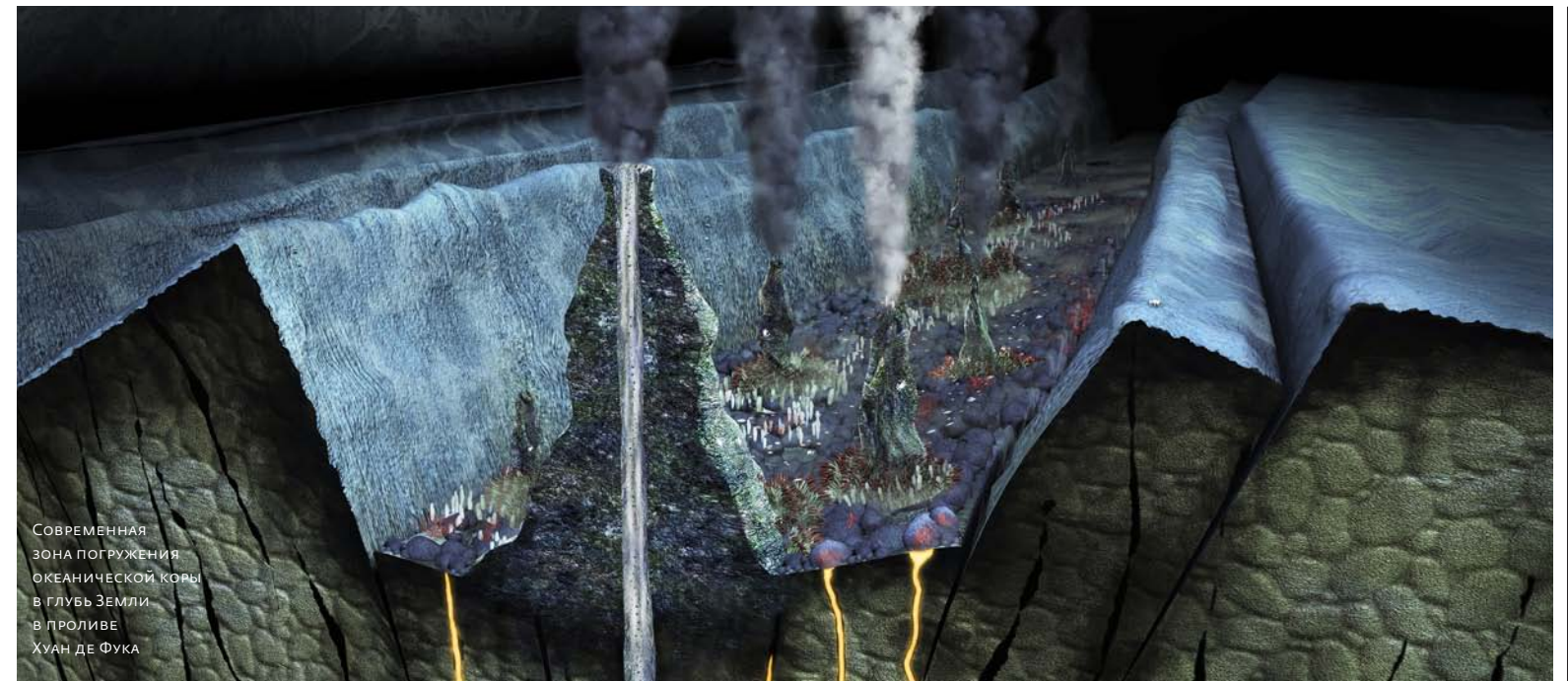
прорыв газов — с гигантскими взрывами, фантастическими! — а когда газы выходят, образуются трещины, из которых начинает изливаться основная часть магмы. Я думаю, что к этому моменту вымирание уже произошло.

Магма выливалась сотни тысяч лет и застывала слоями. Нынешнее плато Путорана восточнее Норильска целиком образовано этими потоками в два километра высотой. А застывшие магматические «ручьи» хорошо видны и сейчас — они такие же, как и 250 миллионов лет назад.

Следственный эксперимент.

Точная датировка

— После того как Степан построил модель, мы проверили ее по огромной базе данных из Сибири, которую получили анализируя многолетние коллекции образцов сибирских траппов, собранные нашими соавторами Надеждой Криволицкой, Виктором Радько и Юрием Васильевым — рассказывает



МИР НЕТОРОПЛИВЫХ ХИЩНИКОВ И МЕДЛЕННЫХ ЖЕРТВ

Комментарий Валерия Голубева, старшего научного сотрудника Палеонтологического института РАН

Климат в наших районах, например на европейской территории, с середины пермского периода и до конца становился все более влажным и теплым. Почти вся Сибирь была покрыта каламитовой тайгой — растениями, внешне похожими на хвощи. Уже появились голосеменные, не наши елки-сосны, а нормальные, листовые, типа гингко. Есть указания, что было много болот, и вообще это была

такая озерно-болотная равнина. Это время господства зверообразных рептилий — крупных животных, которые являются нашими предками. Они научились питаться наземными растениями, что не так-то легко, поскольку все самое вкусное находится внутри твердых оболочек. Оказалось, что самый легкий способ справиться с растительной пищей — не перерабатывать ее самим, а использовать

симбионтов. Поселяешь бактерий у себя в желудке, они там за тебя все делают. Но бактериям требуется высокая температура, а если животное холоднокровное, то оно за ночь остывает. Оказалось, что проблему можно решить, просто став больше: не успеваешь остыть. И вот в перми появляются крупные растительоядные животные и те, кто ими питается, — хищные рептилии. Самое интересное, что эти формы образовали биоценоз,

которому совершенно не нужны конкуренты. Черты их следующие: очень разнообразные челюсти и зубы, нет нормального слуха, поскольку нет ушей, и несовершенные конечности — бывшие плавники рыб. Ноги зверообразных торчат в разные стороны, и вся нагрузка идет на мышцы, а не на скелет. И эти мышцы были просто огромные — у самых крупных из этих неуклюжих зверей, например, длина и ширина бедра были одинаковы. Почти квадратная нога. С такой конструкцией вы не можете быть слишком большим, предел — одна-две тонны. И вот к чему такое положение приводит: мы видим, как сообщество зверообразных ящеров регулярно доводит само себя до кризисов. Растительноядные не могут стать очень большими, чтобы защититься от хищников. Убежать они тоже не могут: хищник такой же скоростной — вы бегать не можете, ну, и он бегать не может. Только у вас еще и брюхо

здоровое, поскольку

нет конкурентов. Черты их следующие: очень разнообразные челюсти и зубы, нет нормального слуха, поскольку нет ушей, и несовершенные конечности — бывшие плавники рыб. Ноги зверообразных торчат в разные стороны, и вся нагрузка идет на мышцы, а не на скелет. И эти мышцы были просто огромные — у самых крупных из этих неуклюжих зверей, например, длина и ширина бедра были одинаковы. Почти квадратная нога. С такой конструкцией вы не можете быть слишком большим, предел — одна-две тонны. И вот к чему такое положение приводит: мы видим, как сообщество зверообразных ящеров регулярно доводит само себя до кризисов. Растительноядные не могут стать очень большими, чтобы защититься от хищников. Убежать они тоже не могут: хищник такой же скоростной — вы бегать не можете, ну, и он бегать не может. Только у вас еще и брюхо

здоровое, поскольку

здоровое, поскольку

здоровое, поскольку

Выводы следствия.

Жизнь погибла от кислоты

Хуже всего на границе пермского и триасового периодов пришлось морским организмам: там выжило почти всю биоту. У Степана Соболева с подачи палеонтологов появилось предположение, что это случилось как раз из-за резкого раскисления океана, когда там растворился углекислый газ.

Став кислой, вода начала растворять кальций у живых организмов, а в то время даже простейшие одноклеточные строили себе раковины, основой которых был кальций. И множество других организмов, в первую очередь придонной мелочи, которой питались все остальные, зависело от количества кальция в воде.

— Наш сибирский случай особенный, — говорит Степан Соболев. — За последние

300 миллионов лет ничего подобного не происходило. Но почему? Были ведь и более поздние магматические извержения, причем посильнее. И вот я думаю — это, конечно, нужно проверять, — причина в том, что океаны до сибирского извержения и после были разные. До сибирских траппов вся живность обитала на мелководье, а после расселилась по всему океану. И появилось очень много кальция, оставшегося от мертвых организмов, — это такой буфер, который уже не мог дать океану так просто окислиться. Думаю, случись сейчас сибирские траппы, катастрофа в море была бы меньше. Хотя на суше нам бы мало не показалось — все же в два раза больше углекислоты плюс парниковый эффект.

Прогноз

Естественно, нас интересует, не подбирается ли какой-нибудь плюм к литосфере прямо сейчас. Ученые говорят, что никаких указаний на это пока нет. За последние 25 миллионов лет плюмы беспокоили Землю дважды. В первый раз — история как раз 25-миллионетней давности — плюм вышел в районе Эфиопии. Тогда образовалось Красное море, а хвост плюма до сих пор действует в тех местах.

Второй — знаменитая Йеллоустонская кальдера в США, которую называют спящим супервулканом и которая на самом деле является следом хвоста плюма, голова которого вышла 16 миллионов лет назад.

Степан Соболев по этому поводу сказал: — Вы знаете, это, конечно, серьеозное было событие, но ни в какое сравнение с сибирскими траппами не идет. **PP**

