

## НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

# Супергерой среди вулканов

Сибирские ученые доказали, что подземная часть супервулкана Тоба (Индонезия) — не что иное, как торт «Наполеон»: магматическая составляющая сформирована слоями «крема», а твердые коренные породы выступают в качестве «коржей». Статья об этом была опубликована в журнале Science, причем первым автором выступил бывший магистрант НГУ, ныне — аспирант Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН **Кайрлы Джаксыбулатов**



Иван Кулаков

Руководили исследованием заведующий лабораторией сейсмической томографии ИНГГ д.г.-м.н. **Иван Юрьевич Кулаков** и **Николай Шапиро** (IPGP-Paris). Последний и является автором метода, с помощью которого были получены результаты — их впоследствии анализировали ученые.

«Этот способ выяснить необходимые нам сведения сам по себе замечательный, — комментирует Иван Кулаков. — Обычно, когда мы ставим сеть сейсмических станций, нам необходимы землетрясения, которые служат своего рода «лампочками», подсвечивающими внутренности Земли. Однако такие события обычно случаются не там, где нам хочется, и не тогда, когда нам хочется. Метод Шапиро позволяет использовать в качестве источника сейсмического сигнала природный фоновый шум. Дело в том, что в нашей планете очень много различных шумов, главный из них — океанские волны, которые обладают колоссальной энергией и непрерывно излучают сейсмосигнал. Если его накапливать в течение какого-то времени, то в результате можно выделить полезные волны, которые, в свою очередь, можно использовать для изучения строения земных недр. Применяя этот метод, мы устанавливаем наши станции и не задумываемся, где у нас происходят землетрясения — качество информации будет зависеть лишь от конфигурации нашей сети».

Сейчас эта схема, созданная около десяти лет назад, активно используется в различных научных центрах, но для работы с вулканом Тоба было предложено нечто совсем новое. В результате анализа шума можно выделить поверхностные волны

двух различных типов. Первая имеет вертикальную поляризацию, аналогично движению воды в океане — вверх-вниз, и называется волной Рэлея. Другая — волна Лява — с горизонтальной поляризацией (кстати, именно она во время сильных землетрясений приводит к наибольшим разрушениям). Одновременное использование и тех, и других для изучения структуры коры под вулканом является новым в работе. «Если применить оба типа и по каждому из них получить скоростные модели, то по ним мы можем различить упругие свойства пород в вертикальном и горизонтальном направлениях», — отмечает Иван Кулаков.

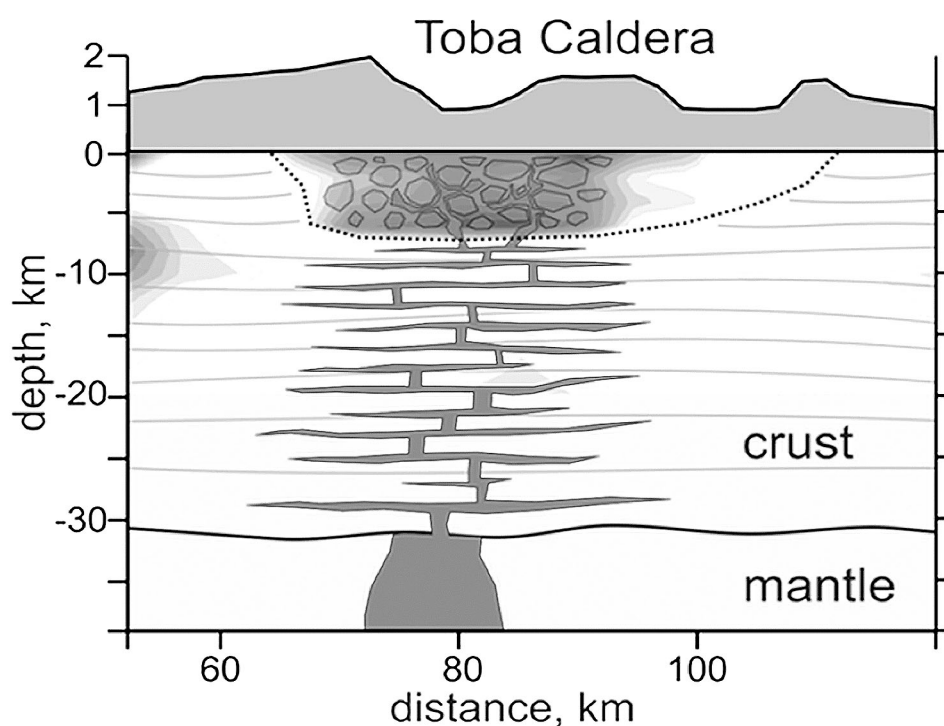
Ученые выяснили: если анализировать данные по областям вокруг кальдеры Тоба, то одна и та же скоростная модель одновременно удовлетворяла данным по волнам Рэлея и Лява. Но если говорить о точках внутри этого же объекта, то в данных наблюдалось существенное расхождение. «Единственная возможная объяснение все это — предположить анизотропию, — говорит геолог. — Мы сделали множество тестов, провели огромный объем работы для того, чтобы доказать: та анизотропия, которую мы наблюдаем, связана со существующими там слоями».

Кстати, исходная фактическая информация, проанализированная исследователями — совершенно открытая и взята из интернета. По словам Ивана Кулакова, сейчас это обычная мировая практика: экспериментальные данные по прошествии какого-то времени выкладываются в общий доступ. «Как только я увидел сейсмические данные, полученные институтом GFZ в Потсдаме, то решил: мы должны с ними поработать, тем более, что

к Тобе у меня особенный интерес. Я считаю, этот вулкан недостаточно хорошо изучен, — рассказывает ученый. — До недавнего времени там была всего лишь небольшая сеть станций. Тот факт, что практически в одной точке в районе данной кальдеры произошло три или четыре суперизвержения за последние два миллиона лет говорит о том, что Тоба является уникальной, особой точкой, и задача

Индии была покрыта пеплом, кроме того, этому периоду соответствует массовое вымирание различных организмов. Человеку, уже тогда существовавшему, тоже пришлось напрячь все свои возможности (в том числе и умственные), чтобы выжить. «Если бы такой катаклизм случился сейчас, то все наши политические, экономические и прочие проблемы отошли бы на второй план», — уверяет Иван Кулаков.

По его мнению, предсказать суперизвержение возможно, ведь в отличие от землетрясения, оно не может произойти внезапно. Всегда крупные коллизии такого рода сопровождаются довольно длительной подготовкой. Даже если посмотреть на обычный вулкан — он никогда не взрывается внезапно, по нарастающей идет заметная активность, а потом в какой-то момент происходит коллапс. Что уж говорить о супервулканах! В их случае процессы идут еще более масштабно, причем должна иметь место деформация самой земной коры, а также сейсмическая



специалистов понять почему».

В настоящее время сибирские геофизики продолжают исследования: с помощью «подсветки» землетрясениями стало возможным заглянуть более глубоко и посмотреть, как магматический очаг связан с глубинными структурами Земли. Дело в том, что вулканы, расположенные на островах или вдоль берега океана, имеют отношение к зонам субдукции — процесса, в ходе которого океаническая литосфера погружается под континентальную. При этом, если говорить об огнедышащих объектах, то океаническая литосфера находится на расстоянии 120—150 км от поверхности. С Тобой ситуация точно такая же, но, учитывая его суперспособность, он непременно должен чем-то принципиально отличаться от своих собратьев. «Пока мы этих отличий не видим, но будем смотреть более детально и обдумывать вопрос», — улыбается Иван Кулаков.

Сила у Тобы действительно огромная: 74 тысяч лет назад он изверг тысячи кубических километров пород, что оказало глобальное влияние на экосистему планеты. Вся площадь Индийского океана вплоть до самой

активность. «Сейчас есть, например, спутниковые радарные методы: мы сравниваем снимки за несколько дней, месяцев, лет, и это позволяет наблюдать за изменением формы поверхности. Очень хорошо видно, что в каких-то местах она «выпучивается», — объясняет Иван Кулаков. — Пропустить это практически невозможно, и если бы в мире где-то происходила такая подготовка, мы бы ее, конечно, заметили».

В ответ на упоминание знаменитого Йеллоустоуна ученый успокаивает: да, там есть и фоновая сейсмичность, и деформация поверхности, но показатели не являются критическими, а представляют собой свидетельство стандартных колебаний, которые не вызывают опасения у ученых. «Конечно, извержение когда-нибудь в отдаленном будущем может случиться, но никаких предвестников мы не видим, — комментирует исследователь. — При этом нужно иметь в виду, что подготовка к суперизвержению по человеческим меркам будет идти достаточно долго!» Так что можно расслабиться и следить за курсом рубля.

Екатерина Пустолякова  
Фото предоставлены И. Кулаковым



Вид на озеро Тоба  
Фото: Alexander Ipfelkofer