

Под Землей нашли шесть загадочных структур неизвестного происхождения



Дата публикации: 02.09.2026

Мы отправляли аппараты за пределы Солнечной системы, брали образцы с астероидов и фотографировали поверхность Марса, но проникнуть в собственную планету почти не способны. Самая глубокая скважина в истории достигла немногим более 12 километров, тогда как до центра Земли около 6371 километра. Поэтому все, что происходит глубже первых километров коры, ученым приходится изучать почти так же, как астрономы исследуют далекие звезды, — по косвенным сигналам.

Теперь таким способом удалось обнаружить шесть ранее неизвестных областей на глубине примерно 2900 километров. Они расположены возле границы мантии и внешнего ядра — одного из самых экстремальных и загадочных регионов нашей планеты. Ученые пока не знают точно, из чего состоят найденные структуры. Среди возможных объяснений есть особенно интригующее: перед нами могут быть чрезвычайно древние фрагменты вещества, оказавшиеся в глубинах Земли миллиарды лет назад.

Увидеть их непосредственно невозможно. Даже самые фантастические проекты бурения не позволят в обозримом будущем добраться до таких глубин. Вместо этого геофизики используют землетрясения. Каждое мощное землетрясение превращает планету в гигантский эксперимент: возникшие сейсмические волны проходят через ее внутренние слои, меняя скорость и направление в зависимости от плотности, температуры и состава вещества.

Это немного напоминает медицинскую томографию. Врач восстанавливает внутреннюю структуру организма по тому, как через ткани проходят сигналы, а сейсмолог делает нечто подобное в масштабе всей планеты. Только вместо рентгеновского аппарата источником энергии становится землетрясение.

Особый интерес исследователей вызвали так называемые предшественники РКР. Это очень слабые сейсмические сигналы, возникающие перед более мощными волнами определенного типа. Они способны рассеиваться на небольших неоднородностях в глубоких слоях Земли, поэтому несут информацию о структурах, которые другими способами обнаружить чрезвычайно трудно.

Есть серьезная проблема: такие сигналы настолько слабы, что буквально теряются среди огромного количества сейсмического шума. Традиционно специалистам приходилось искать их в записях практически вручную. При современных объемах данных это превращается в колоссальную задачу, причем результат неизбежно зависит от опыта человека.

Исследователи решили поручить эту работу искусственному интеллекту. Модель сначала обучили на сейсмических волнах, уже распознанных специалистами, а затем заставили анализировать огромный архив наблюдений. Алгоритм просмотрел более двух миллионов сейсмических записей, связанных с тысячами землетрясений.

Результат оказался впечатляющим: система идентифицировала 174 929 высококачественных сигналов-предшественников РКР. Это более чем в десять раз превосходит объем аналогичных данных, собранных предыдущими исследованиями. Впервые ученые получили возможность рассматривать глубинные неоднородности не как отдельные редкие пятна, а практически в планетарном масштабе.

И здесь появилась неожиданность. Некоторые структуры, которые раньше выглядели разрозненными и случайными, оказались частями гораздо более крупных областей. Кроме того, исследователи выделили шесть регионов со значительными неоднородностями, ранее не описанными.

Все они находятся возле границы ядра и мантии. Это примерно 2900 километров под поверхностью — место, где заканчивается огромная каменная

мантия и начинается жидкое металлическое внешнее ядро. Температура там достигает нескольких тысяч градусов, давление превышает атмосферное в миллионы раз, а физические свойства вещества совершенно не похожи на привычные нам условия поверхности.

Граница ядра и мантии играет важнейшую роль в жизни всей планеты. Тепло, поступающее из глубины, влияет на конвекцию мантии, а она, в свою очередь, связана с движением вещества внутри Земли и долговременной геологической активностью. Именно из глубинных областей могут подниматься мантийные плюмы — гигантские потоки горячего вещества, способные влиять на вулканизм у поверхности.

Но откуда взялись обнаруженные неоднородности? Одна из возможностей связана с тектоникой плит. Океаническая литосфера постоянно погружается в мантию в зонах субдукции. Некоторые фрагменты плит могут опускаться на огромную глубину и со временем достигать нижней мантии. За сотни миллионов лет такие остатки способны накапливаться, изменяться под действием температуры и давления и формировать области с необычным химическим составом.

Есть и значительно более экзотическая гипотеза. Некоторые глубинные структуры Земли связывают с материалом, сохранившимся со времени формирования планеты. Примерно 4,5 миллиарда лет назад молодая Земля, согласно ведущей модели происхождения Луны, столкнулась с протопланетой размером примерно с Марс, которую называют Тейей. После катастрофического удара часть выброшенного вещества сформировала Луну.

Могла ли часть самой Тейи остаться внутри Земли? Такая возможность действительно обсуждается в современной геофизике применительно к некоторым крупным структурам нижней мантии. Поэтому соблазнительно предположить связь новых неоднородностей с древнейшим материалом. Однако сами сейсмические данные пока не позволяют утверждать, что обнаруженные шесть областей являются остатками Тейи. Это лишь одна из гипотез, которую необходимо проверять.

Именно здесь открытие становится особенно интересным. Ученые нашли не шесть готовых ответов, а шесть новых вопросов. Необходимо определить размеры структур, их плотность, температуру и возможный химический состав, а затем сравнить результаты с моделями движения мантии на протяжении миллиардов лет.

Помочь в этом снова может искусственный интеллект. Сейсмологические станции десятилетиями записывают землетрясения по всему миру, поэтому в

архивах уже находится огромное количество информации, которую раньше было слишком трудно анализировать. Алгоритмы позволяют заново «прослушать» старые землетрясения и извлечь из них сигналы, которые человеческий глаз мог просто пропустить.

В этом есть любопытный парадокс современной науки. Чтобы открыть совершенно новые территории, иногда не требуется запускать новый космический аппарат или строить гигантский прибор. Данные уже могут лежать на жестких дисках десятилетиями. Нужно лишь научиться задавать им правильные вопросы.

А глубоко под нашими ногами остается мир, который мы никогда не видели непосредственно. Возможно, в нем сохранились остатки древней океанической коры. Возможно, это результат миллиардов лет перемешивания мантии. А возможно, некоторые структуры действительно несут химическую память о катастрофических событиях первых десятков миллионов лет существования Земли. Теперь у геофизиков появилось еще шесть мест, где стоит искать ответ.