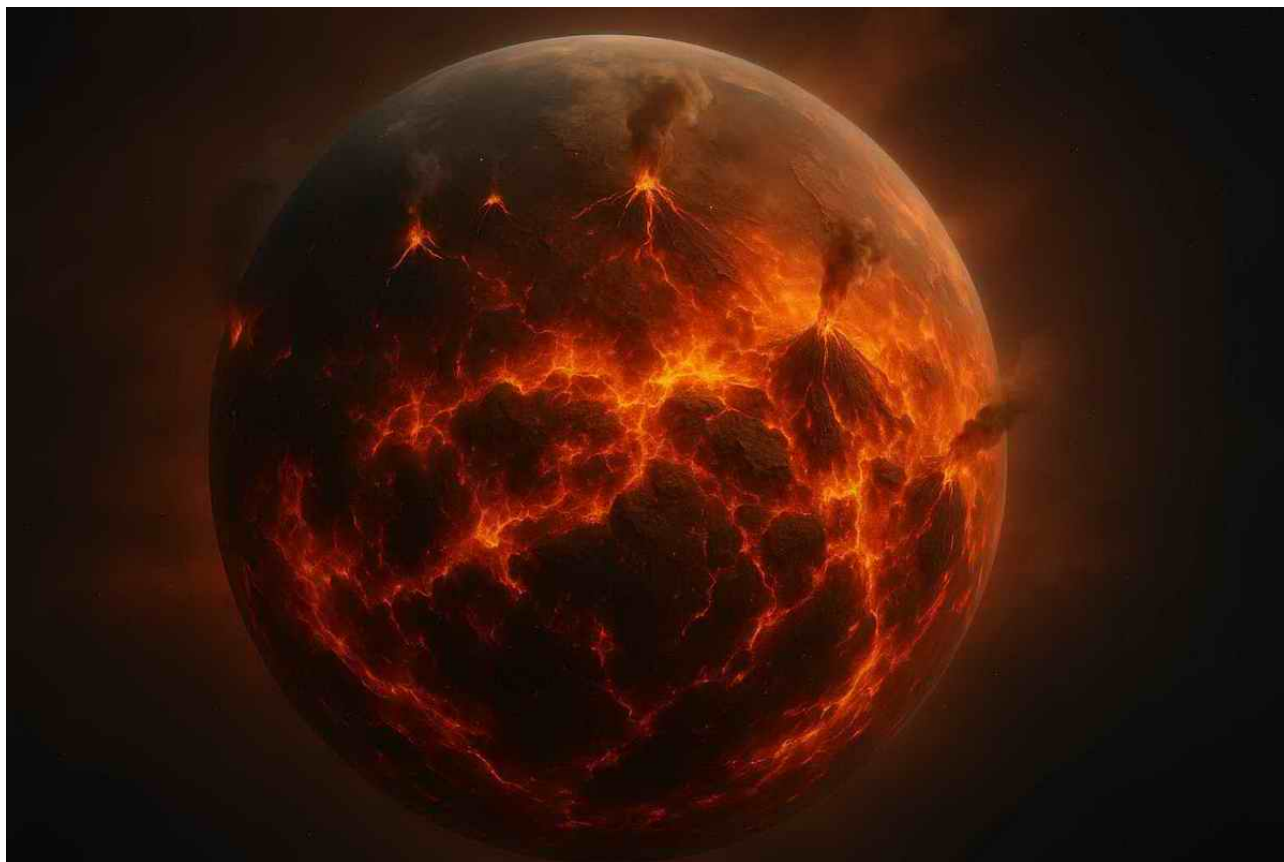


Как ИИ помог реконструировать древнейшую земную кору возрастом 4,4 миллиарда лет



Дата публикации: 12.07.2025

Самая ранняя история Земли — эпоха Хадея, длившаяся с момента формирования планеты около 4,6 миллиарда лет назад до примерно 4 миллиардов лет назад — долгое время оставалась практически вне досягаемости науки. Каменные свидетельства этого времени исчезли под действием чудовищных температур, вулканизма и столкновений с протопланетами. Однако теперь учёные смогли виртуально реконструировать утраченную часть земной коры возрастом 4,4 миллиарда лет с помощью современных технологий анализа и искусственного интеллекта.

Исследователи из Чжэцзянского университета впервые использовали методы машинного обучения для изучения цирконов — устойчивых кристаллов, которые могут сохраняться миллиарды лет, переживая геологические катастрофы, переплавления и метаморфизм. Эти кристаллы, вкраплённые в более молодые осадочные породы, являются молекулярными «архивами» состояния Земли в первые сотни миллионов лет её существования.

Одни из самых древних цирконов, возраст которых превышает 4,3 миллиарда лет, были обнаружены в австралийских Джек-Хиллз. Несмотря на отсутствие самих пород того времени, химические «подписи» цирконов позволяют узнать о типе магматических процессов, происходивших на Земле в хадейскую эпоху.

Для анализа учёные собрали обширную базу данных, включающую более 14 000 записей о цирконах и 823 образца вмещающих их пород. Затем были применены алгоритмы контролируемого машинного обучения, которые выявили устойчивые связи между микроэлементами в цирконах и химическим составом пород, из которых они были кристаллизованы. Это позволило воспроизвести виртуальный облик давно исчезнувших пород — от минералогии до содержания кремния, щёлочей, редкоземельных элементов и признаков тектонической обстановки.

Полученные данные указывают на то, что часть земной коры эпохи Хадея могла формироваться в условиях, сходных с современной континентальной конвергентной тектоникой — например, в зонах столкновения тектонических плит. Это поразительное открытие, поскольку ранее считалось, что тектонические процессы столь высокого уровня сложности не могли существовать на молодом расплавленном земном шаре. Такие выводы опровергают старые модели, предполагающие исключительно изверженные формы магматизма и поверхностные корки, образовавшиеся из океанических лав.

Если предположения китайских учёных верны, это означает, что уже на ранней стадии своего развития Земля демонстрировала признаки тектонической активности, характерной для зрелых континентальных платформ. Кора могла быть стабильнее, чем считалось ранее, а континенты — или их зародыши — начали формироваться гораздо раньше, чем это предполагают традиционные геологические временные шкалы.

Использование искусственного интеллекта в геонауках становится всё более важным инструментом. Особенно он незаменим в ситуациях, когда прямые наблюдения невозможны, а доступные образцы фрагментарны и ограничены во времени. Прогностическое моделирование на основе данных о цирконах позволяет перенестись на сотни миллионов лет назад, восстанавливая утраченные геологические процессы.

Это открытие не только расширяет наше понимание истории Земли, но и демонстрирует мощь сочетания геохимии, петрологии и цифровых технологий в реконструкции прошлого. Такие исследования могут стать основой для новых взглядов на раннюю эволюцию планет земной группы, включая экзопланеты, где, возможно, схожие процессы порождения коры могли формировать условия

для появления жизни.

Расшифровка «пропавшей» земной коры показывает, как современные технологии преодолевают границы времени, открывая доступ к эпохам, давно исчезнувшим в геологической летописи. Это напоминает, что даже крошечные кристаллы могут хранить величайшие тайны происхождения нашей планеты.

Ссылка: «Гадейская кора Земли, образованная в результате конвергентной тектоники» DOI: [10.1093/nsr/nwaf230](https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf230).