

Внутреннее ядро Земли может быть слоистым, как луковица, показало новое исследование

Дата публикации: 30.12.2025

Внутреннее ядро Земли, скрытое на глубине более 5000 километров под поверхностью планеты, продолжает удивлять геофизиков. За последние годы анализ сейсмических волн показал, что железное сердце Земли не является однородным: оно демонстрирует изменения формы, скорости вращения, текстуры и даже необычные физические состояния вещества. Новая работа добавляет к этому списку ещё одну важную деталь — вероятную слоистую структуру, напоминающую луковицу.

Исследование, выполненное учёными из University of Münster, было направлено на объяснение сейсмической анизотропии — явления, при котором скорость распространения сейсмических волн во внутреннем ядре зависит от направления их движения. Эти аномалии давно фиксируются в данных глобальных землетрясений, однако их физическая природа оставалась предметом дискуссий.

Ключевая идея работы заключается в том, что анизотропия может быть связана не только с механическими свойствами железа, но и с его химической неоднородностью. Учёные сосредоточились на роли кремния и углерода — лёгких элементов, которые, как считается, присутствуют во внутреннем ядре и могли попасть туда в процессе формирования планеты. Для проверки гипотезы исследователи воспроизвели экстремальные условия ядра в лаборатории, используя алмазную наковальню, высокие давления и температуры до 820 °C.

В ходе экспериментов изучалось, как сплавы железа с кремнием и углеродом деформируются и как выстраивается их кристаллическая решётка. Особое внимание уделялось явлению преимущественной ориентации кристаллов, которое напрямую влияет на то, как упругие волны проходят через твёрдый материал. Именно этот эффект способен существенно менять скорость сейсмических волн и создавать наблюдаемые аномалии.

Результаты показали, что добавление кремния и углерода заметно изменяет кристаллическую структуру железных сплавов по сравнению с чистым железом. Смоделированные скорости распространения сейсмических волн в таких сплавах хорошо совпали с реальными геофизическими наблюдениями, особенно для внешних областей внутреннего ядра. Это согласие между лабораторными данными и полевыми измерениями стало сильным аргументом в пользу слоистой модели.

Согласно интерпретации авторов, центральная часть внутреннего ядра может содержать меньше лёгких элементов, что приводит к выраженной сейсмической анизотропии. По мере приближения к внешним слоям концентрация кремния и углерода возрастает, а анизотропия ослабевает. Такая химическая стратификация могла сформироваться после кристаллизации ядра и сохраняться на протяжении миллиардов лет.

Работа демонстрирует, насколько детально современные методы позволяют изучать недоступные глубины планеты. Комбинация анализа сейсмических волн, лабораторных экспериментов и теоретического моделирования даёт возможность реконструировать процессы, происходящие в условиях колоссальных давлений и температур.

Результаты исследования опубликованы в журнале Nature Communications и подчёркивают, что внутреннее ядро Земли — это динамичная и химически сложная структура. Понимание её строения важно не только для фундаментальной геофизики, но и для изучения эволюции магнитного поля Земли, теплового баланса планеты и долгосрочной стабильности её внутренних процессов.

Ссылка: «Зависимая от глубины анизотропия во внутреннем ядре Земли, связанная с химической стратификацией» DOI: [10.1038/s41467-025-67067-y](https://doi.org/10.1038/s41467-025-67067-y).