

Ученые нашли признаки двух независимых путей возникновения жизни на Земле



Дата публикации: 06.08.2026

Вопрос о происхождении жизни остается одной из самых сложных загадок современной науки. Уже несколько десятилетий исследователи пытаются понять, каким образом на молодой Земле возникли первые клетки, способные самостоятельно существовать, получать энергию и размножаться. Новое международное исследование предлагает необычный взгляд на эту проблему. По мнению ученых, первые свободноживущие организмы могли появиться не один раз, а как минимум двумя независимыми путями. Если эта гипотеза подтвердится, представления о ранней истории жизни на нашей планете придется существенно пересмотреть.

Работа посвящена изучению самых древних этапов эволюции — периода, когда еще не существовало привычного разнообразия микроорганизмов, а первые биохимические процессы только начинали формироваться. Исследователи проанализировали геномы современных организмов, строение древних белков и целые сети химических реакций, лежащих в основе клеточного обмена веществ. Такой комплексный подход позволил заглянуть значительно

глубже во времени, чем это удавалось в большинстве предыдущих исследований.

Сегодня все живые организмы используют сложную систему обмена веществ, состоящую из сотен взаимосвязанных химических реакций. Именно метаболизм обеспечивает синтез аминокислот, нуклеотидов, витаминов и других соединений, необходимых для существования клетки. Однако четыре миллиарда лет назад никаких сложных ферментов еще не существовало, поэтому возникает закономерный вопрос: каким образом происходили первые биохимические реакции?

Исследование показывает, что ранняя Земля сама могла выполнять часть работы живой клетки. В гидротермальных источниках, богатых минералами и металлами, существовали условия, при которых многие химические превращения происходили без участия белковых ферментов. Минеральные соединения выступали в роли естественных катализаторов, ускоряя реакции, которые позже взяли на себя специализированные белки.

Ученые проанализировали около 420 ключевых метаболических реакций, общих практически для всех современных организмов. Оказалось, что лишь примерно половина из них могла выполняться ферментами, которые уже существовали у последнего универсального общего предка всех современных клеток, известного под сокращением LUCA. Остальные реакции, вероятно, осуществлялись при помощи природных металлических катализаторов, присутствовавших в окружающей среде.

Такой вывод позволяет представить совершенно иную картину возникновения жизни. Вместо сложной клетки, сразу обладавшей всеми современными биохимическими механизмами, существовала промежуточная стадия, в которой живые процессы и неорганическая химия тесно взаимодействовали друг с другом. Фактически первые организмы могли использовать окружающую геологическую среду как часть собственного метаболизма.

Особенно интересным оказалось сравнение бактерий и архей — двух крупнейших групп микроорганизмов, существующих сегодня. Несмотря на сходство многих биохимических процессов, ученые обнаружили, что некоторые важнейшие ферменты у этих групп имеют совершенно разное происхождение. При этом они выполняют одинаковые функции, но обладают различным строением.

Подобная ситуация свидетельствует о том, что после разделения древних эволюционных линий бактерии и археи независимо создавали собственные варианты ферментов для решения одинаковых биохимических задач. По сути,

эволюция дважды нашла разные способы выполнить одну и ту же работу.

Именно этот факт стал основой новой гипотезы. Исследователи предполагают, что общий предок всех современных организмов еще не был полноценной свободноживущей клеткой в современном понимании. После его существования две эволюционные линии могли независимо завершить переход к полностью самостоятельной жизни, сформировав собственные ферментные системы и окончательно отказавшись от зависимости от природных катализаторов.

Не менее важным оказался вопрос об источниках энергии. Сегодня практически все клетки используют универсальную молекулу АТФ, которую часто называют энергетической валютой живого организма. Однако синтез самой АТФ требует работы сложных ферментов, а значит, она едва ли могла присутствовать в самом начале возникновения жизни.

Исследователи предлагают альтернативный механизм. По их данным, источником энергии могли служить значительно более простые химические реакции с участием фосфита — древней формы соединений фосфора, которая встречалась в гидротермальных источниках. В сочетании с некоторыми металлами, например палладием, такие реакции способны обеспечивать перенос энергии без участия ферментов и без использования современной системы АТФ.

Если эта модель окажется верной, происхождение первых биохимических процессов становится значительно понятнее. Получается, что природа могла использовать уже существующие геохимические механизмы, постепенно заменяя их биологическими аналогами по мере усложнения живых систем.

Авторы исследования также разработали новый математический подход, позволяющий расположить древние метаболические реакции в вероятной последовательности их появления. Вместо случайного набора процессов ученым удалось построить логическую цепочку постепенного усложнения обмена веществ — от самых простых химических превращений до формирования полноценной клеточной биохимии.

Такая реконструкция помогает лучше понять, как постепенно происходил переход от неживой химии к первым живым системам. На ранних этапах основную роль играли природные минералы и металлы, затем появились первые белковые катализаторы, позже сформировались полноценные ферменты, а уже после этого возникли современные сложные клетки.

Новая работа не утверждает окончательно, что жизнь возникла дважды независимо. Скорее она предлагает убедительную модель, которая объясняет многочисленные особенности строения современных бактерий и архей лучше,

чем прежние гипотезы. Именно поэтому открытие уже вызвало большой интерес среди специалистов, изучающих происхождение жизни и раннюю эволюцию.

Исследование также подчеркивает, насколько тесно геология и биология были связаны на заре существования нашей планеты. Первые организмы, вероятно, не существовали отдельно от окружающей среды, а буквально использовали энергию и химические свойства минералов как продолжение собственного обмена веществ. Только спустя миллионы лет живые системы научились полностью выполнять эти функции самостоятельно.

Если дальнейшие исследования подтвердят предложенную модель, ученым придется пересмотреть одну из фундаментальных идей современной биологии. Вместо единственного пути появления первых свободноживущих организмов история жизни может оказаться значительно сложнее. Возможно, общий генетический код действительно возник лишь однажды, однако путь к полноценной самостоятельной клетке бактерии и археи прошли независимо друг от друга. Такое открытие не только меняет представления о прошлом Земли, но и расширяет наши взгляды на то, какими путями жизнь может возникать на других планетах.

Ссылка: «Промежуточные стадии происхождения метаболизма в фосфорилирующем гидротермальном источнике» DOI: [10.1126/sciadv.aef3128](https://doi.org/10.1126/sciadv.aef3128).