

Ученые создали модель, которая поможет отличить следы инопланетной жизни от геологических процессов



Дата публикации: 08.07.2026

Поиск внеземной жизни остается одной из самых амбициозных задач современной науки. В последние десятилетия особое внимание исследователей привлекают ледяные спутники планет-гигантов, под поверхностью которых скрываются огромные океаны жидкой воды. Именно такие миры считаются одними из наиболее перспективных мест для существования простейших организмов за пределами Земли. Однако новая работа, опубликованная в журнале *Nature Astronomy*, показывает, что обнаружить жизнь значительно сложнее, чем может показаться на первый взгляд. Даже самые перспективные химические признаки могут оказаться результатом обычных геологических процессов.

Международная группа исследователей разработала новую модель, которая позволяет рассчитывать естественный химический фон безжизненных океанических миров. Такой подход поможет ученым точнее интерпретировать данные будущих космических миссий и существенно снизит вероятность

ошибочных заявлений об обнаружении инопланетной жизни.

Сегодня одной из главных проблем астробиологии остается различие между биосигнатурами и абиотическими процессами. Биосигнатурами называют химические вещества, изотопные соотношения или молекулярные структуры, которые могут свидетельствовать о существовании живых организмов. Однако многие из них способны образовываться и без участия биологии — исключительно благодаря взаимодействию воды, минералов, высокой температуры и других природных факторов.

Наиболее известным примером является метан. На Земле значительная часть этого газа образуется благодаря деятельности микроорганизмов. Именно поэтому его присутствие долгое время рассматривалось как один из наиболее перспективных признаков возможной жизни на других небесных телах. Однако современные исследования показывают, что метан способен синтезироваться и в ходе различных геохимических реакций без участия каких-либо организмов.

Именно поэтому простого обнаружения метана уже недостаточно для сенсационных выводов. Необходимо понять, каким образом он появился и отличается ли его химический состав от метана, который образуется исключительно в результате геологических процессов.

В качестве основы для разработки новой модели ученые выбрали Энцелад — ледяной спутник Сатурна, который считается одним из главных кандидатов на существование внеземной жизни в пределах Солнечной системы. Под его многокилометровой ледяной оболочкой скрывается глобальный океан жидкой воды, а через гигантские трещины на поверхности регулярно выбрасываются мощные гейзеры, содержащие воду, органические соединения и различные растворенные вещества.

Именно благодаря этим выбросам космические аппараты уже смогли собрать большое количество данных о химическом составе океана Энцелада, не опускаясь под лед. Это делает спутник уникальной природной лабораторией для проверки новых методов поиска жизни.

Исследователи смоделировали путь химических веществ от каменистого дна океана через толщу воды до выбросов в космос. При этом учитывались физические процессы, температура, химические реакции, скорость переноса веществ и изменения их состава по мере движения через океан.

Особое внимание было уделено двум наиболее перспективным биосигнатурам. Первая связана с изотопным составом углерода в молекулах метана. Известно, что земные микроорганизмы при синтезе метана предпочитают использовать более легкий изотоп углерода-12. В результате

биологический метан обладает характерным изотопным «почерком», который потенциально можно обнаружить с помощью высокоточных приборов.

Вторая группа потенциальных биосигнатур касается аминокислот — молекул, из которых построены белки всех известных живых организмов. Особенность земной жизни заключается в том, что практически все аминокислоты имеют одинаковую пространственную ориентацию, называемую левосторонней хиральностью. В небиологических условиях обычно образуется равная смесь левых и правых форм.

На первый взгляд подобные особенности могли бы стать практически неопровержимым доказательством существования жизни. Однако результаты моделирования показали значительно более сложную картину.

Оказалось, что некоторые геологические процессы способны формировать метан с изотопными характеристиками, практически неотличимыми от тех, которые ожидаются при деятельности микроорганизмов. Иными словами, даже если будущие космические аппараты обнаружат подобный изотопный состав, это еще не будет означать существование жизни.

С аминокислотами ситуация оказалась противоположной. Даже если живые организмы действительно существовали и производили исключительно левосторонние молекулы, длительное пребывание в теплом океане постепенно изменяло бы их структуру. По расчетам исследователей, в зависимости от температуры и химических условий первоначальная хиральность может исчезнуть всего за несколько сотен или несколько тысяч лет. В результате даже настоящие биологические следы способны полностью потерять свои характерные особенности.

Таким образом, потенциальные признаки жизни могут как появляться без участия биологии, так и исчезать уже после образования. Именно это обстоятельство делает поиск внеземных организмов значительно более сложной научной задачей, чем предполагалось ранее.

Главная ценность новой модели заключается не в поиске самой жизни, а в определении естественного фона безжизненного мира. Если ученые заранее смогут рассчитать, какие вещества и в каких концентрациях должны присутствовать на спутнике исключительно благодаря геологическим процессам, любое отклонение от этих значений станет значительно более убедительным аргументом в пользу существования биологических процессов.

Подобный подход особенно важен для будущих космических миссий. В настоящее время различные космические агентства разрабатывают высокоточные приборы нового поколения, способные определять состав

газов, изотопные соотношения, органические молекулы и другие потенциальные биосигнатуры с беспрецедентной точностью. Однако даже самые совершенные анализаторы окажутся малоэффективными без правильной интерпретации полученных данных.

Авторы исследования считают, что новая модель может стать универсальной основой для оценки результатов будущих экспедиций не только к Энцеладу, но и к другим океаническим мирам Солнечной системы. Среди наиболее перспективных объектов рассматриваются Европа — спутник Юпитера, Титан — крупнейший спутник Сатурна, а также ряд других ледяных тел, на которых, по современным оценкам, также могут существовать подповерхностные океаны.

Работа демонстрирует важный принцип современной астробиологии: поиск внеземной жизни требует не только обнаружения потенциальных биосигнатур, но и глубокого понимания всех естественных процессов, способных имитировать деятельность живых организмов. Лишь сочетание высокоточных измерений, комплексного моделирования и всестороннего анализа позволит в будущем с высокой степенью уверенности ответить на один из самых фундаментальных вопросов современной науки — существует ли жизнь за пределами Земли.

Ссылка: «Структура для оценки потенциала биосигнатур относительно абиотического базового уровня в океанических мирах» DOI: [10.1038/s41550-026-02893-8](https://doi.org/10.1038/s41550-026-02893-8).