

Земля засеивает Луну: как магнитное поле переносит атмосферные частицы на спутник



Дата публикации: 09.01.2026

Луна, наш ближайший космический сосед, на первый взгляд кажется безжизненной пустыней, покрытой слоем пыли и кратеров, но под этой поверхностью может таиться удивительная связь с Землей, простирающаяся на миллиарды лет. Новое исследование ученых из Рочестерского университета, опубликованное в журнале *Nature Communications Earth and Environment*, предполагает, что магнитное поле Земли играет ключевую роль в переносе частиц из нашей атмосферы на лунную поверхность, где они накапливаются в реголите — рыхлом слое грунта, сформированном метеоритными ударами и космическим излучением.

Этот процесс, происходящий под влиянием солнечного ветра, не только оставляет следы земной атмосферы на Луне, но и может предоставить ценную информацию о эволюции нашей планеты, а также ресурсы для будущих миссий по освоению космоса. Солнечный ветер, представляющий собой поток заряженных частиц, преимущественно протонов и электронов, испускаемых Солнцем со скоростью до 800 километров в секунду, взаимодействует с

верхними слоями атмосферы Земли, вырывая ионы — заряженные атомы газов, таких как азот, кислород и аргон. Эти ионы, вместо того чтобы рассеиваться в космосе, направляются вдоль линий магнитного поля Земли, которое формирует защитный барьер, известный как магнитосфера, простирающийся на тысячи километров в пространство.

Некоторые из этих траекторий пересекают орбиту Луны, позволяя частицам оседать на ее поверхности, где отсутствие атмосферы и слабая гравитация сохраняют их в первозданном виде на протяжении геологических эпох. Ученые, включая Эрика Блэкмана, профессора физики и астрономии, а также специалистов по вычислительным методам, использовали компьютерное моделирование для реконструкции этого механизма, сравнивая сценарии с магнитным полем и без него. Результаты показали, что наличие магнитного поля не препятствует, а, напротив, усиливает перенос, направляя частицы по стабильным путям, в то время как в отсутствие поля они рассеиваются хаотично.

Образцы лунного грунта, доставленные миссиями Аполлон в 1970-х годах, подтверждают эту гипотезу: анализ реголита выявил повышенные концентрации летучих веществ, включая воду, углекислый газ, гелий, аргон и азот, которые не могут быть полностью объяснены только вкладом солнечного ветра или метеоритными источниками. Ранее, в 2005 году, японские исследователи из Токийского университета предполагали, что такой перенос возможен лишь на ранних стадиях истории Солнечной системы, до формирования магнитного поля Земли около 4 миллиардов лет назад, когда планета была подвержена более интенсивному солнечному ветру. Однако рочестерская команда опровергла это, продемонстрировав, что современная конфигурация магнитосферы делает процесс более эффективным, позволяя накоплению веществ на Луне даже в условиях ослабленного солнечного ветра.

Это открытие открывает окно в прошлое Земли: лунный реголит может служить естественным архивом, хранящим химические сигнатуры древней атмосферы, включая изменения в составе газов, связанные с эволюцией океанов, вулканической активностью и возникновением жизни. Например, изотопные соотношения азота или кислорода в этих отложениях могли бы раскрыть детали о глобальных климатических сдвигах или биогеохимических циклах, которые формировали обитаемость нашей планеты.

Кроме того, накопленные вещества имеют практическое значение для будущего: вода и азот, извлеченные из реголита, могли бы стать источником для производства кислорода, топлива или даже удобрений в лунных колониях, снижая зависимость от земных поставок и делая долгосрочное присутствие человека на Луне более осуществимым в рамках программ вроде Artemis НАСА. Исследование также проливает свет на более широкие планетологические

вопросы, сравнивая Землю с Марсом, где древнее магнитное поле ослабло около 3,8 миллиарда лет назад, приведя к потере значительной части атмосферы под действием солнечного ветра.

Аналогичные процессы могли влиять на Венеру или экзопланеты, помогая понять, почему некоторые миры сохраняют плотные атмосферы, а другие становятся непригодными для жизни. В перспективе, будущие миссии, такие как сбор образцов с лунных полюсов или анализ реголита *in situ*, позволят проверить эти модели, потенциально переписав наше понимание взаимодействия планет и их спутников в Солнечной системе. Таким образом, Луна не просто пассивный наблюдатель, а активный хранитель земной истории, подчеркивающий взаимосвязь космических тел и важность междисциплинарных подходов в астрономии, геофизике и планетологии.

Ссылка: «В истории земного динамо-механизма в лунный реголит на ближней стороне происходила имплантация ионов земной атмосферы» DOI: [10.1038/s43247-025-02960-4](https://doi.org/10.1038/s43247-025-02960-4).