

Если вы читали статьи про Венеру и Марс в №2 и №4 «Квантика» за 2017 год, то, возможно, – как и автор – удивлялись: как же получилось, что на трёх (включая Землю) соседних и с астрономической точки зрения вроде бы похожих планетах такие разные условия? У нас тут – приятный климат, чистый воздух, зелёные леса с насекомыми и зверушками, а у них... Ну ладно ещё Марс, он подальше и маленький, но Венера-то с Землёй – почти близняшки! Когда и отчего они стали так сильно отличаться друг от друга?

Оказывается, и правда, когда-то давным давно они были очень похожи. На молодой и горячей Земле тогда тоже было много активных вулканов, воздух был плотным, ядовитым и горячим. И углекислого газа в нём было полно, и разных соединений серы. И парниковый эффект был тоже...

Поразительно, но нас спасли бактерии! Первые бактерии, которые научились «есть» углекислый газ и перерабатывать его в органические вещества, заодно выделяя кислород – то есть осуществлять фотосинтез. Это благодаря им изменился состав атмосферы: в ней стало меньше углекислого газа – главной составляющей воздуха, ответственной за парниковый эффект. (Азот и кислород, которых в нашей атмосфере больше всего, парникового эффекта не создают.) Уменьшился, а потом почти прекратился парниковый эффект – снизилась температура. А при такой «нормальной» температуре уже и тяжёлые серные соединения сами «осели» на землю и превратились во всякие безвредные соли.

Получается так: не жизнь возникла на Земле потому, что здесь самый лучший климат, а наоборот – климат на Земле стал самым лучшим потому, что возникла жизнь! Но почему жизнь завелась именно и только здесь?

Биологи говорят: бактериям нужна вода. И вот важное отличие Венеры от Земли – там практически нет воды. Океаны-то испарились от жары, но куда же делся водяной пар из атмосферы? Оказывается, его «сдуло» солнечным ветром.

Солнце излучает не только свет. От него постоянно и во все стороны очень быстро летят заряженные



частицы – протоны, электроны, ионы разных атомов (то, из чего, собственно, и состоит Солнце: из-за большой температуры там не газ, а плазма – часть электронов отрывается от своих атомов и летает отдельно). Попадая в атмосферу планеты, эти частицы выбивают из неё атомы, примерно как бита выбивает фигуры в игре в городки. А молекулы воды лёгкие, в плотной венерианской атмосфере они поднимаются вверх, и их вышибает быстрее всего. Остатки воды и сейчас продолжают покидать атмосферу Венеры.

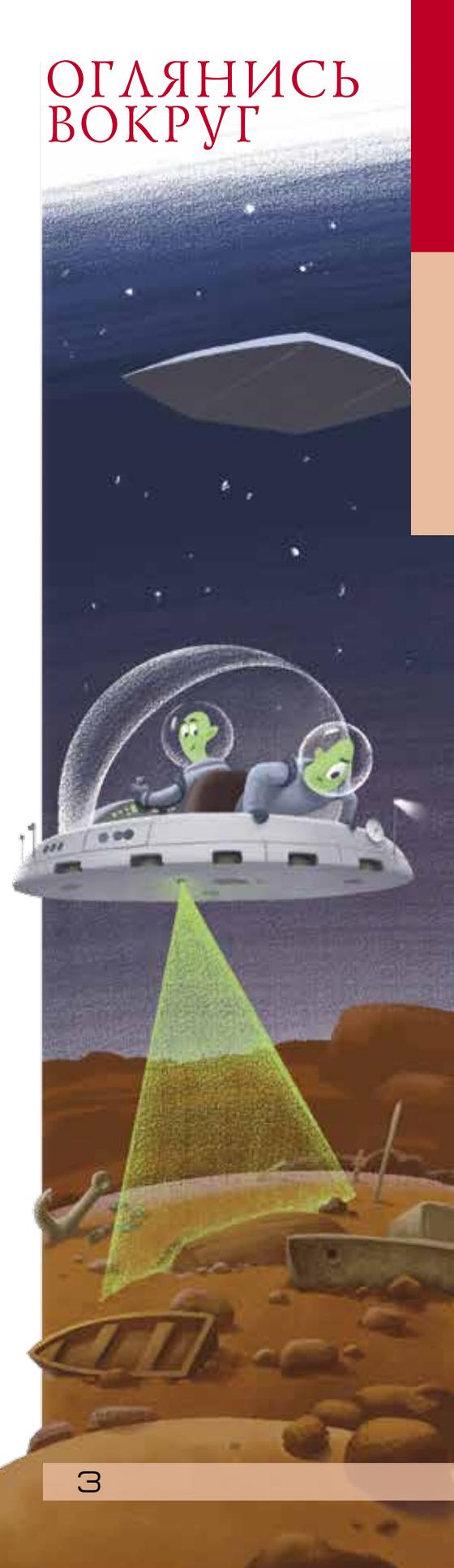
То же самое происходит и на Марсе. Хоть на поверхности планеты и есть лёд, в атмосфере водяного пара очень мало: как и на Венере, лёгкие молекулы воды среди тяжёлых молекул (в основном, опять-таки  $\text{CO}_2$ ) поднимаются вверх, и там их уносит солнечный ветер. Да и вся марсианская атмосфера под натиском солнечного ветра постоянно тает. Сейчас она уже такая тощая, что атмосферное давление совсем маленькое – если бы и появилась на поверхности Марса вода, она бы тут же закипела и испарилась.

А ведь раньше на Марсе текли настоящие реки! На фотографиях со спутников чётко видны высохшие речные русла. Раньше атмосфера была плотнее



Русло высохшей марсианской реки. Пока текла река, вдоль русла накопились отложения, более плотные, чем окружающий грунт; когда вода высохла, окружающие породы постепенно разрушились ветром, а плотные отложения вдоль русла остались.

Фото [en.wikipedia.org/wiki/Eberswalde\\_\(crater\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Eberswalde_(crater))



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



и толще, давление у поверхности больше, и было полно воды! Хотя, честно говоря, живому существу, похожему на земное (хотя бы бактерии), трудно было бы выжить на Марсе даже в тот благополучный период. И опять из-за солнечного ветра: ведь космические лучи выбивают атомы не только из атмосферы, но и из всего, что им попадётся на пути.

Ну хорошо, но если у всех вокруг такая беда, почему же на Земле вода никуда не делась? Потому что у Земли есть специальный щит, который защищает атмосферу от солнечного ветра. Этот щит – сильное магнитное поле.

Оказывается, некоторые планеты (не все!) – ещё и гигантские магниты; как и любой магнит, они создают вокруг себя магнитное поле. Правда, на их движении это никак не сказывается: сила их магнитного взаимодействия друг с другом несравнимо меньше силы гравитационного притяжения, с которой любые массивные тела притягивают друг друга.<sup>1</sup> Зато...

У любого магнитного поля есть такое свойство: оно «сбивает с пути», отклоняет от прямой линии движущиеся заряженные частицы. И чем быстрее частица движется, тем сильнее магнитное поле её «заворачивает». Поэтому заряженные частицы солнечного ветра не могут проникнуть в область вокруг планеты, «занятую» магнитным полем. У Земли эта область (магнитосфера) простирается в сторону Солнца на 10–12 земных радиусов (70 тыс. км), а в сторону от Солнца – ещё раз в 10 дальше.

Солнечный ветер «обтекает» земную магнитосферу, как вода обтекает препятствие. Так магнитное поле защищает всё живое на Земле, её атмосфе-



Магнитное поле Земли и обтекающий его солнечный ветер. Рисунок с сайта [www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)

<sup>1</sup> И любая железяка (или даже магнитик) падает на Землю просто оттого, что Земля тяжёлая – то есть под действием гравитационного притяжения; сила, с которой Земля-магнит притягивает эту железяку, куда меньше.

ру и даже космонавтов на искусственных спутниках. Только небольшая доля частиц проникает в верхние слои атмосферы (на высоту примерно 100 км) в тех местах, где наш магнитный щит «прикрепляется» к планете – в окрестности магнитных полюсов: там силовые линии магнитного поля направлены не вдоль поверхности Земли, а почти вертикально. Сильно повредить атмосферу эти частицы не могут, но они ионизируют атомы азота и кислорода на своём пути – отрывают от них электроны или сильно «раскачивают» их. Эти возбуждённые атомы, снова «успокаиваясь», излучают свет, и мы видим полярные сияния.

Магнитные полюсы Земли близки к географическим, хотя и не совпадают с ними. (Этой близостью все мы пользуемся, когда берём в руки компас: ведь он показывает нам не на географический, а именно на магнитный полюс.) Поэтому полярные сияния обычно видны только на Севере, за полярным кругом (или, наоборот, совсем уж на юге – в Антарктиде). Только во время особенно сильных магнитных бурь, когда Солнце выбрасывает особенно много частиц, некоторые из них могут случайно залететь и в более близкие к экватору районы.



Полярные сияния.

Верхние фото: Lars Tiede, flickr.com; нижнее фото: Joshua Strang



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Огромные магнитные поля есть у всех планет-гигантов. И, как и на Земле, на них бывают полярные сияния. Правда, на освещённой Солнцем планете (мы ведь смотрим со стороны Солнца!) их не видно в обычный телескоп, зато хорошо видно в ультрафиолетовом свете.



Полярное сияние на Юпитере.  
Фото космического телескопа «Хаббл»  
(в ультрафиолетовом диапазоне)

У Меркурия, Венеры и Марса магнитные поля тоже есть, но совсем крошечные, слабенькие. И для защиты от солнечного ветра их не хватает. Вот и тает атмосфера, вот и исчезает из неё вода.<sup>2</sup>

Выходит, жизнью на Земле мы обязаны в первую очередь сильному магнитному полю, защитившему нашу атмосферу и нас самих. Почему же из всех планет земной группы оно оказалось сильным только у Земли? Это до конца непонятно. Но известно, что магнитное поле создаётся токами, текущими в жидком металлическом ядре планеты. Земля большая и тяжёлая, она остывает – и ядро у неё застывает – гораздо медленнее, чем Меркурий или Марс. Но по массе Земля больше Венеры всего на четверть, а магнитное поле у неё сильнее в 20 раз!

Видимо, помогает быстрое вращение вокруг оси – у Венеры, как мы помним, ничего такого нет. И наконец, очень возможно, что нам помогла Луна – может, это она приливными силами мешает ядру застыть. Выходит, не зря и не случайно мы – единственные в Солнечной системе обладатели очень крупного спутника, сравнимого по массе с планетой. Возможно, не будь её – и некому было бы всё это изучать...

<sup>2</sup> А на Меркурии солнечный ветер до того сильный и атмосфера до того тощая, что частицы солнечного ветра пролетают её насквозь и вышибают атомы и ионы из грунта. Получается, что солнечный ветер не уменьшает, а увеличивает атмосферу Меркурия за счёт тяжёлых атомов с поверхности – из них она, собственно, в основном и состоит.