

Терраформируй это!

Инструкция: как сделать Марс обитаемым

■ ГЕОРГИЙ МАХАТАДЗЕ, ЯРОСЛАВ СИМОНОВ ✎ НАТАЛЬЯ ДЮКОВА

Вероятно, когда-нибудь, в далёком-далёком будущем, человечеству или его части придётся покинуть Землю. Причины могут быть разные: перенаселение, природные катаклизмы или исчерпание запасов полезных ископаемых. Но просто так бросить нынешний дом и отправиться в космос на поиски нового — затея глупая и рискованная. К переселению на другую планету нужно долго и тщательно готовиться. В частности, продумать план терраформирования — изменения климатических условий новой планеты до пригодных для земных обитателей.

Однако для таких преобразований подходит далеко не каждое небесное тело. Вторая Земля должна находиться в «зелёной зоне» — на оптимальном удалении от своей звезды. И обладать гравитацией, не превышающей земную, чтобы человек и животные могли нормально передвигаться. Остальные условия так или иначе можно откорректировать: атмосферу создать, воду привезти, поверхность нагреть.

В Солнечной системе самый вероятный кандидат на эту роль — Марс: он не слишком удалён от Солнца, там приемлемая гравитация, а ещё полярные льды — прекрасный источник воды и парниковых газов.



Бытовка для терраформаторов

// ВРЕМЕННЫЙ ДОМ НА НЕЛЮДИМОЙ ПЛАНЕТЕ

Перед тем как приступить к терраформированию Марса, на нём нужно обосноваться. Для этой цели лучше всего построить небольшую базу с изолированной от внешней среды экосистемой и замкнутым циклом жизнеобеспечения.

Попытку создания подобной базы уже предпринимали в 1990-е годы в США. В пустыне Аризона компания Space Biosphere Ventures построила «Биосферу-2» — огромный комплекс закрытых оранжерей общей площадью в 1,5 гектара с различными биомами, встречающимися на Земле: пустынями, саваннами, лесами и да-

же миниатюрным океаном. Там высадили 46 видов съедобных растений, запустили коз, свиней, кур, в водоёмы — рыбу. Солнечную энергию для фотосинтеза растений обеспечивала прозрачная крыша, переработку отходов выполняли черви и почвенные бактерии.

Было проведено два эксперимента, в которых приняли участие восемь и семь человек соответственно. Первый длился с 1991 по 1993 год. И провалился: в оранжереях расплодилось огромное количество насекомых, многие растения зачахли, уровень кислорода упал — людей и скот пришлось эвакуировать. Второй эксперимент начался в марте 1994-го и через полгода из-за недостатка финансирования был свёрнут.

Подобный опыт есть и у нашей страны, правда, не столь грандиозный. В 1970-е годы красноярский Институт физики имени Л. В. Киренского АН СССР построил «БИОС-3» — жилой модуль малого объёма (всего 315 м³), рассчитанный на трёх человек. Экспериментаторам удалось наладить замкнутый цикл воздухо- и водоснабжения. 80 % пищи давали зерновые и плодовые культуры, растущие внутри модуля, осталь-

ные 20 % составляла еда из припасов. Эксперимент продолжался 180 дней, как и планировалось.



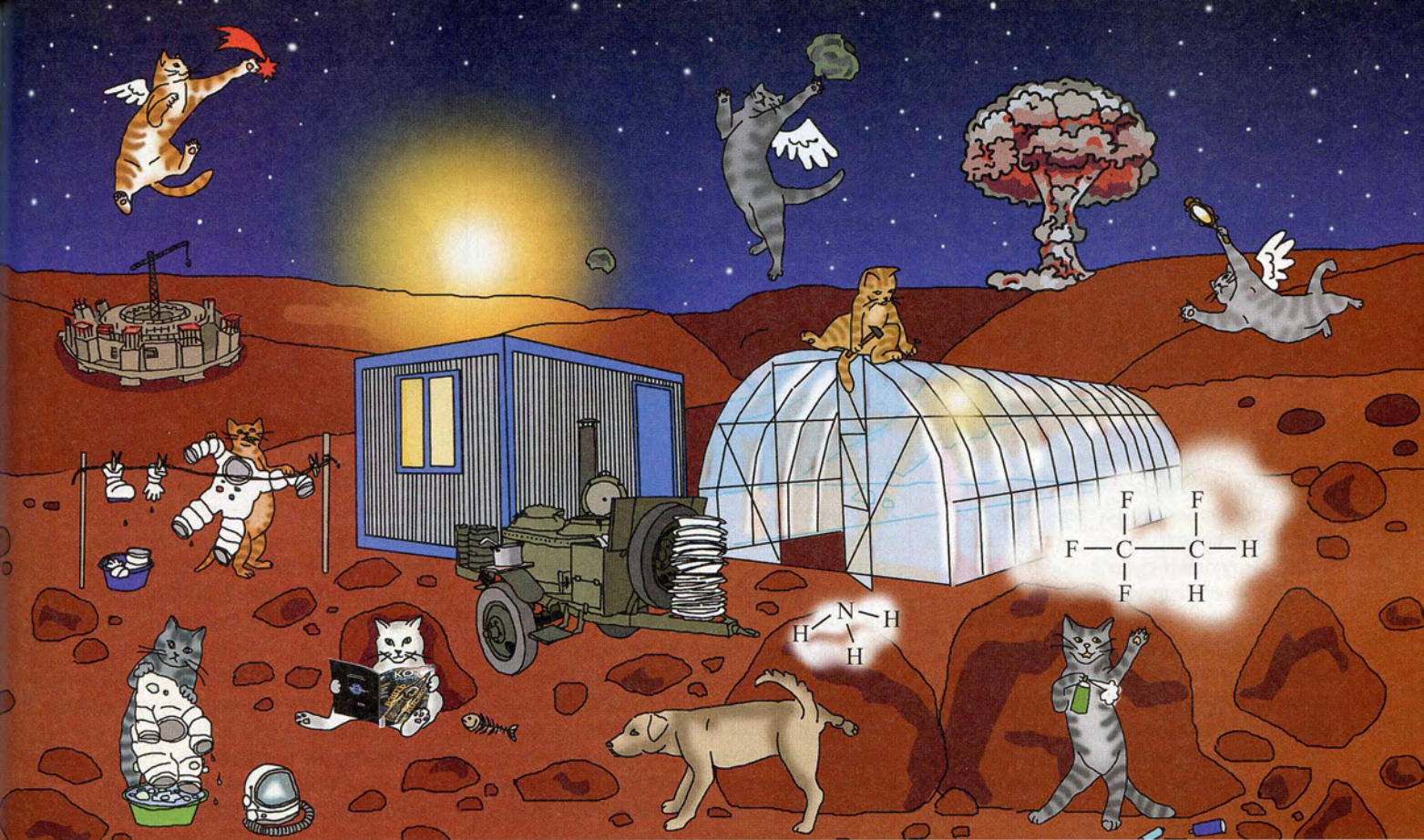
Бомбардировка кометами и астероидами

// САМЫЙ ЖЁСТКИЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Начинать терраформирование следует, конечно, с создания плотной атмосферы, подобной земной, что невозможно без жидкой воды и оптимальной температуры. Эти факторы неотделимы друг от друга.

Пожалуй, самый популярный способ — бомбардировка Марса кометами или астероидами. В разное время эту идею высказывали физик, астроном и футуролог Митио Каку, астробиолог из NASA Крис Маккей, а также инженер и основатель Марсианского общества Роберт Зубрин. Этот вариант наиболее близок к естественному, если принять гипотезу, что на Земле жидкая вода и атмосфера появились именно вследствие падения огромного количества обледенелых комет.

При падении значительная часть кометы или метеорита плавится либо испаряется, а в воздух поднимаются тучи пыли. В результате множества мощных ударов поверхность планеты оказывается окутана парниковыми газами, которые разогревают её и растапливают вековые ледники. Логичный, казалось бы, способ, но очень непростой в реализации. Во-первых, пока непонятно, как перенаправлять кометы и астероиды, чтобы они били точно в цель — по поверхности Марса. Во-вторых, Красная планета не обладает достаточным тяготением для поддержания постоянной



атмосферы, поэтому её придётся регулярно обновлять. И, в-третьих, подобные манипуляции чреваты сильным перегревом или переохлаждением планеты.



Подрыв термоядерных зарядов

// ВАРИАНТ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ ПОСТАПОКАЛИПСИСА

Ещё одну идею, как создать на Марсе подходящую для жизни атмосферу, предложил в прошлом году американский изобретатель и предприниматель **Илон Маск**.

Хорошо бы, сказал он, взорвать на полюсах Красной планеты мощные термоядерные заряды. В результате из полярных льдов испарятся вода и углекислый газ. Сначала они образуют плотную атмосферу, со временем за счёт концентрации парнико-

вых газов поверхность планеты нагреется, и на ней появится жидкий океан.

Такой способ гораздо проще в исполнении, однако грозит сильнейшим радиоактивным заражением. По сути, Марс ничем не будет отличаться от Земли, перенёсшей атомную войну... И вряд ли кто-то захочет там поселиться, разве что любители постапокалипсиса.

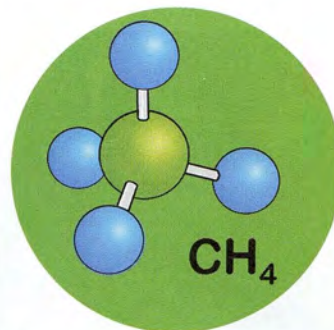


Строительство реакторов

// УДЕРЖАТЬ РАДИАЦИЮ В УЗДЕ

Что и говорить, первые два способа создания атмосферы на Марсе смущают своей жёсткостью и агрессивностью. Однако всё тому же Митию Каку принадлежит более мягкая и безопасная концепция терраформирования Красной планеты — по-

стройка и запуск на полюсах Марса **термоядерных реакторов**. Они так же разогреют и растопят полярные льды. Вода является распространённым теплоносителем на атомных станциях, что даже упростит задачу: марсианские ледники можно будет использовать как рабочее тело. Такой подход убережёт планету от страшных взрывов, потрясений и заражения радиоактивными веществами. Хотя сколько понадобится времени, чтобы построить и наладить безопасное обслуживание таких термоядерных реакторов? Об этом и подумать страшно.



Метано-фреоновые заводы

// ВСЕПЛАНЕТНАЯ ЗАГАЗОВАННОСТЬ

Ещё один мягкий способ сотворения атмосферы на Марсе — это строи-

тельство и равномерное распределение по поверхности планеты 100–150 заводов, производящих парниковые газы метан и фреон. Как считают Зубрин и Маккей, при бесперебойной работе таких фабрик атмосферу нужной плотности удастся создать в течение 10–30 лет.

Инженеры сделали ставку именно на эти газы, потому что они почти не повлияют на будущую экосистему, но вместе с тем вызовут сильный парниковый эффект, достаточный для жизнедеятельности производящих кислород автотрофов — организмов, синтезирующих органические вещества из неорганических.

Схожую идею высказал в книге «Физика будущего» и Митио Каку. Его выбор пал опять же на метан и фреон, встречаемые на Марсе, а также аммиак, который затем можно будет переработать и использовать в качестве удобрения.



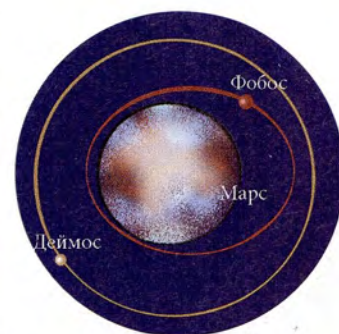
Гигантские солнечные зайчики

// МАРС В ОРБИТАЛЬНЫХ ЗЕРКАЛАХ

Чтобы запустить процесс глобального потепления с последующим образованием атмосферы, можно использовать орбитальные зеркала.

Их нужно расположить вблизи Красной планеты и направить отражённые ими солнечные лучи прямо на вековые льды. Опыт создания космических зеркал у землян уже есть, правда, не очень успешный: в 1990-е годы Роскосмос запускал на околоземную орбиту аппараты «Знамя-2» и «Знамя-2,5». На первом аппарате складной 20-метровый парус из светоотражающей металлизированной плёнки толщиной в несколько десятков микрон удалось развернуть — и даже запустить с его помощью на Землю солнечного зайчика шириной примерно 8 км. Световое пятно пронеслось по Земле с юга Франции на запад России. Это произошло в пасмурный зимний день 4 февраля 1993 года, однако, несмотря на непогоду несколько наблюдателей всё же заметили странные вспышки. Второй парус диаметром 25 метров раскрыть не удалось. Изначально был запланирован ещё один запуск — «Знамени-3», но после неудачи с предыдущим экспериментом его отменили. Подобные проекты разрабатывали и другие страны, однако успешными результатами пока никто не похвастался. Вероятно, эта задача не входит в приоритеты ни одной космической программы, что, впрочем, неудивительно — есть в космосе дела и поважнее.

Чтобы растопить ледники Марса, понадобится система зеркал — каждое по несколько километров в диаметре. Допустим, через сотню лет мы научимся создавать такие, ещё через какое-то время сможем доставлять их к Марсу, успешно разворачивать и настраивать. Что ж, пока время терпит.



Посыпать реголитом

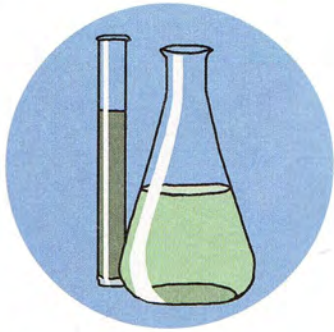
// СТАВКА НА ПОГЛОЩЕНИЕ

И, пожалуй, последний, едва ли не самый безопасный способ атмосферотворения. Он тоже завязан на игре со светом — предполагает покрытие полярных марсианских шапок толстым слоем пыли, дабы они меньше отражали солнечные лучи и постепенно таяли.

Но откуда взять эту пыль? Везти с Земли слишком трудозатратно. Проще обратиться к более близким небесным телам, например, собрать грунт с естественных спутников Марса Фобоса и Деймоса. Они, как и большинство относительно небольших безатмосферных космических булыжников, целиком и щедро покрыты реголитом (рыхлым сыпучим грунтом, похожим на песок). Это делает альбедо (коэффициент отражения) спутников очень низким — всего 0,07 (для сравнения: у Земли альбедо в среднем равен 0,31, у Марса — 0,16). Так что можно предположить, что реголита с поверхности спутников Красной планеты хватит сполна. По расчётам исследователей из Университета Макгилла (Канада), при уменьшении альбедо полярных шапок с 0,77 до 0,73 (всего лишь на че-



тыре сотые) ледники целиком растают за пару сотен лет.



Цианобактерии в каждой луже

// НАСЫЩЕНИЕ АТМОСФЕРЫ КИСЛОРОДОМ

Допустим, воспользовавшись одной из перечисленных идей, плотную атмосферу на Марсе мы всё-таки создадим. Следом за этим нужно будет срочно насытить её кислородом, необходимым людям и остальным земным формам жизни.

Профессор Эдинбургского университета, директор Центра астробиологии Великобритании **Чарльз Кокелл** полагает, что при наличии на Красной планете воды, подходящей температуры и надёжного атмосферного купола нужно задействовать **цианобактерии**. Это превосходные одноклеточные фотосинтезики, ответственные за «кислородную катастрофу», изменившую состав атмосферы нашей планеты. Их главные достоинства — неприхотливость и высокая скорость воспроизводства. Для размножения им нужна вода, поэтому оптимальный вариант — заселить ими все водоёмы на планете вплоть до луж. Но будьте осторож-

ны: некоторые виды этих бактерий вместо кислорода выделяют токсичные вещества.



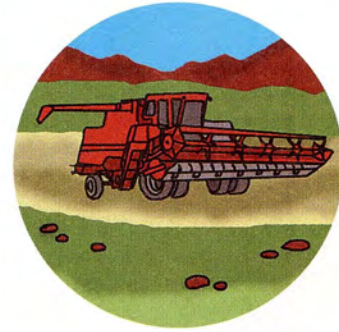
Серо-зелёный Марс

// ПОЛНЫЙ РЕДИЗАЙН ПЛАНЕТЫ

Другой способ генерации кислорода предложила геомикробиолог **Элеонора Роббинс** из Калифорнийского университета в Сан-Диего (США). Суть метода заключается в заселении увлажнённого марсианского грунта анаэробными железовосстанавливающими бактериями, способными высвобождать кислород из оксидных соединений железа и марганца.

Марсианский грунт почти на 15% состоит из оксидов железа — они и придают поверхности планеты характерный охристо-красный оттенок. Для некоторых видов бактерий, таких как **Geobacter metallireducens**, эти соединения — идеальный источник энергии. Микробы восстанавливают их до гидроксидов, попутно выделяя кислород. Образовавшиеся таким путём смешанные гидроксиды железа имеют зеленоватый оттенок. Так что если мы решимся терраформировать Марс в соответствии с этой концепцией, нужно быть готовым к тому,

что он поменяет цвет с красного на серо-зелёный или бурый.



Аграрная стадия

// ЗАСЕЯТЬ ПОЛЯ, ЗАПУСТИТЬ ЖИВОТНЫХ

Как только мы насытим кислородом атмосферу, можно будет приступать к **развитию сельского хозяйства**.

В первую очередь следует заселить грунт водорослями, бактериями, грибами и другими микроорганизмами. Со временем в процессе жизнедеятельности они образуют перегной — плодородный гумусовый слой почвы. И тогда мы сможем заняться разведением жизни посложнее: посадим клевер, потом картошку и прочую полезную растительность, запустим на свои марсианские поля и луга овец и коров.

Сложно предсказать, как будет выглядеть Марс после всех преобразований. Будут ли там расти большие деревья или только тенелюбивые кустарники, какой рыбе понравится плескаться в марсианских прудах и озёрах. Поживём — узнаем. 🐾



P. S.

ОСТОРОЖНО! Не пытайтесь повторить описанные выше приёмы (особенно ядерные взрывы) у себя дома — на Земле.

И воздержитесь пока от планов по переезду на Марс. Чтобы сделать его пригодным для жизни, перечисленных модификаций, конечно, недостаточно. Прежде всего, до всяких преобразований, необходимо усилить магнитное поле и гравитацию планеты, иначе создаваемая на ней атмосфера будет всё время улетучиваться. А способы решения этой титанической задачи не готовы предложить даже самые умные фантазёры.