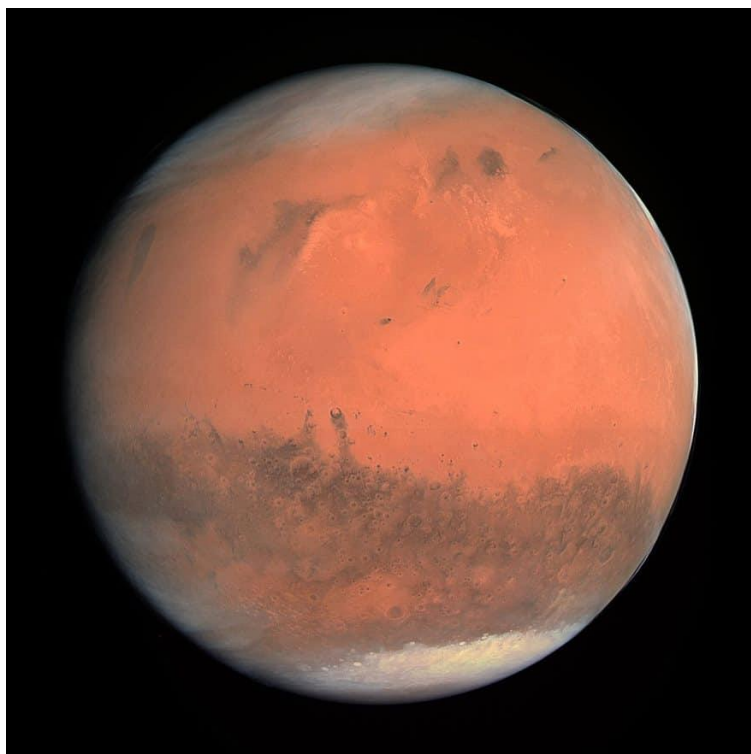


Л.В. Ксанфомалити

РЕВИЗИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СУХОМ МАРСЕ

В 1897 г. в русском переводе вышла книга знаменитого французского популяризатора науки К. Фламариона «Живописная астрономия». В главе, посвященной планете Марс, говорилось следующее:

«Человеческий мир Марса вероятно значительно опередил нас во всем и достиг большого совершенства... Эти неизвестные нам братья не бестелесные души, но и не бездушные тела; это не сверхъестественные, но и не грубоестественные существа; они действуют, мыслят и рассуждают, как делаем это мы на Земле. Они живут в обществе, они состоят из семейств и образуют народы; они построили города и научились всяким искусствам».



Начиная с философов античности, любой исследователь Вселенной, изучая другие миры, явно или подсознательно оценивает возможность обитания на них живых существ. Обитаемость планет считалась почти очевидной, а великий Исаак Ньютон допускал, что обитаемо даже Солнце. Интерес к «братьям по разуму» присущ человеку. Пожалуй, у ученых нет идеи, более популярной, чем поиск жизни на других мирах. И не только у ученых. вспомните арию Марфы из оперы «Царская невеста» Н.А. Римского-Корсакова: «...в других краях, в других мирах, такое ль небо, как у нас?». Кстати, опера появилась практически в то же время, в 1898 г. Уже тогда Марс очень интересовал людей.

С определенной натяжкой, но можно сказать, что более или менее «такое небо» действительно, есть только у Марса. Та единственная, аминокислотная форма жизни, которую мы знаем, без воды существовать не может. Поэтому поиск жизни на Марсе начинается с поиска воды на Марсе. Снимки с установленной на спутнике Марса «Mars Global Surveyor» камеры высокого разрешения позволяют различить на поверхности планеты образования размером всего в 1 м. Эти снимки позволили сделать важное открытие: обнаруженные узкие протяженные склоновые овраги несут следы недавних потоков воды. Это радикально изменяет представления о Марсе, как сухой, гидрологически мертвой планете. Протяженные темные следы на склонах долин и кратеров было принято рассматривать как следы осыпей мелкого песка (пыли), или камнепадов, но только не воды. Присутствие жидкой воды на Марсе обычно считается невозможным из-за низкого атмосферного давления и низкой температуры. Однако изучение снимков, полученных с аппарата «Mars Global Surveyor», позволяет выделить особые классы объектов, по-видимому, связанных с обильными источниками грунтовой воды, возникающими на склонах, на глубине 200–500 м под уровнем прилегающих равнин.

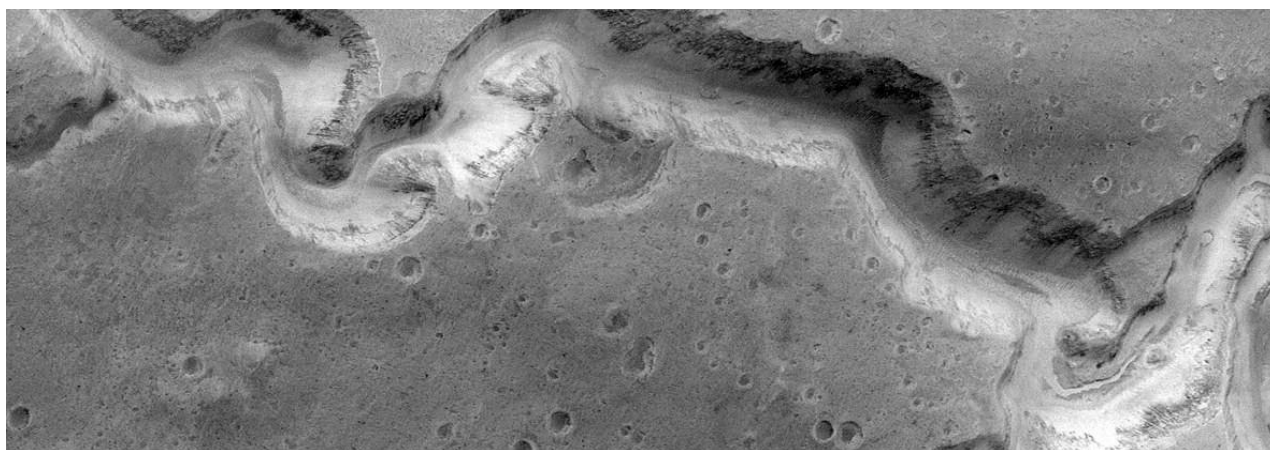


Рис. 1. Долина Нанеди – одно из многочисленных геологических свидетельств богатой водой древней истории Марса. (NASA/MSSS/ Release MOC2-73 Naniedi.)

Атмосферное давление и температура на Марсе действительно настолько

низкие, что вода там должна одновременно и кипеть, и замерзать. Запасы воды сосредоточены, главным образом, в виде залегающего глубоко под поверхностью льда («вечной мерзлоты»). Вместе с тем, на поверхности планеты можно найти низменности, где давление превышает величину, критическую для существования жидкой воды. Но температура и там остается очень низкой. Среднегодовая температура на экваторе близка к -60°C , а в полярных районах к -120°C . Однако такие суровые условия были на Марсе не всегда. К ранним периодам истории планеты (более 2 млрд лет назад) относится эпоха больших открытых водоемов на Марсе.

Следы древних водных потоков или просто воздействия водной среды носят многие детали рельефа Марса. На рис. 1 показан снимок долины Нанеди в Земле Ксанфа, с координатами 5.1°N и 48.3°W . Размеры представленного здесь района 28×10 км.

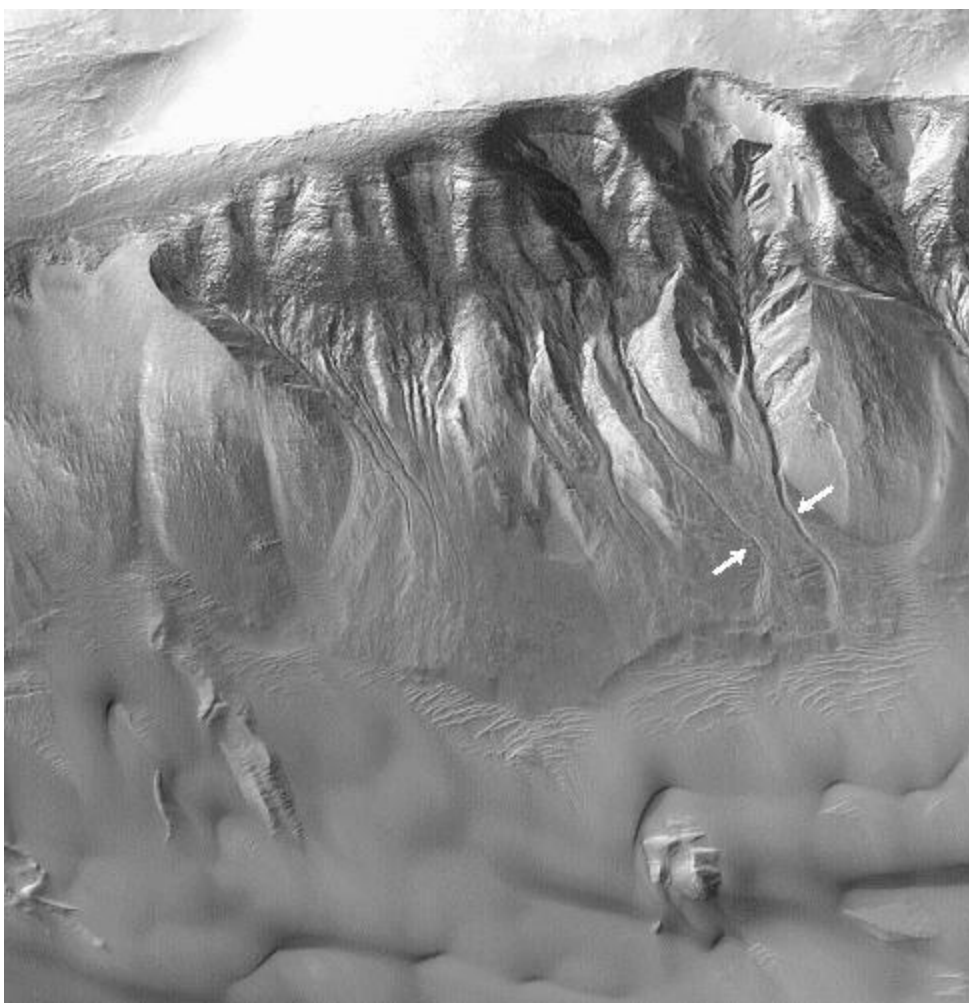


Рис. 2. Осыпи грунта и нитевидные овраги на склоне кратера (42.4°S , 158.2°W). Овраги похожи на следы земных горных рек, но в отличие от земных оврагов, они расширяются вверх по склону. (MGS MOC Release No. MOC2-320. NASA/JPL/MSSS.)

Вода оставила широкое русло, около 2,5 км, которое образовалось сотни миллионов лет назад. Благодаря высокому разрешению, справа на снимке можно увидеть следы более поздних потоков на дне долины, – климат Марса изменялся медленно. Этот снимок, полученный с аппарата MGS, относится к наилучшим иллюстрациям следов древней гидрологии Марса. Эпоха еще

больших открытых водоемов на Марсе относится к ранним периодам истории планеты (более 2 млрд. лет назад). Есть свидетельства, что на Марсе даже мог существовать неглубокий древний океан.

Вместе с тем, существуют и значительно более поздние образования. Среди них есть, по-видимому, и признаки современных процессов. На снимке рис. 2, сделанном с помощью камеры высокого разрешения аппарата MGS, хорошо видно смещение больших масс грунта, о чем говорилось выше. По-видимому, такое сползание больших масс песка по склонам происходит в современную эпоху. В нижней части снимка видны размытые валы осыпавшегося материала, которые огибают остатки прежнего рельефа, оставляя обнаженный склон.



Рис. 3. Склон небольшого кратера в том же районе (Ньютон), что и рис. 2, с многочисленными извилистыми оврагами и осыпями сыпучего материала на дне. Извилистые овраги свидетельствуют о менее крутом склоне, но также сужаются вниз. (MGS MOC Release No. MOC 2-317. NASA/JPL/MSSS.)

Наряду с осыпями сыпучего материала на рис. 2 можно видеть тонкие нитевидные километровые овраги или борозды, спускающиеся по склону (показаны стрелками). Овраги и их притоки очень похожи на

промоины земных горных рек или ручьёв, и образованы, как предполагается, потоками воды. Однако они имеют необычный вид, противоположный ходу земных склоновых рек: они широки вверху склона, затем сужаются, заканчиваются тонким ручьем и исчезают на дне долины или кратера. Кажется, что они направлены вверх по склону. (Кстати, поэтому они не могли возникнуть под действием камнепада или крупномасштабного селя. Тем более они не могли образоваться под действием пылевых оползней, которые засыпают все овраги). Их ширина и глубина в узкой части близка к 10–20 м, а протяженность составляет от нескольких сотен метров до нескольких километров.

На снимках удалось обнаружить много таких оврагов, или промоин. Следы грунтовых вод сосредоточены, в основном, в пределах широт от 30°S до 30°N. Их источники всегда находятся на крутых склонах долин и кратеров, на глубине 150–500 м под уровнем прилегающей равнины. По-видимому, начиная с этой глубины, расположены горизонты грунтовых вод. Этот уровень выделяется и на склонах долины Нанеди (рис. 1).

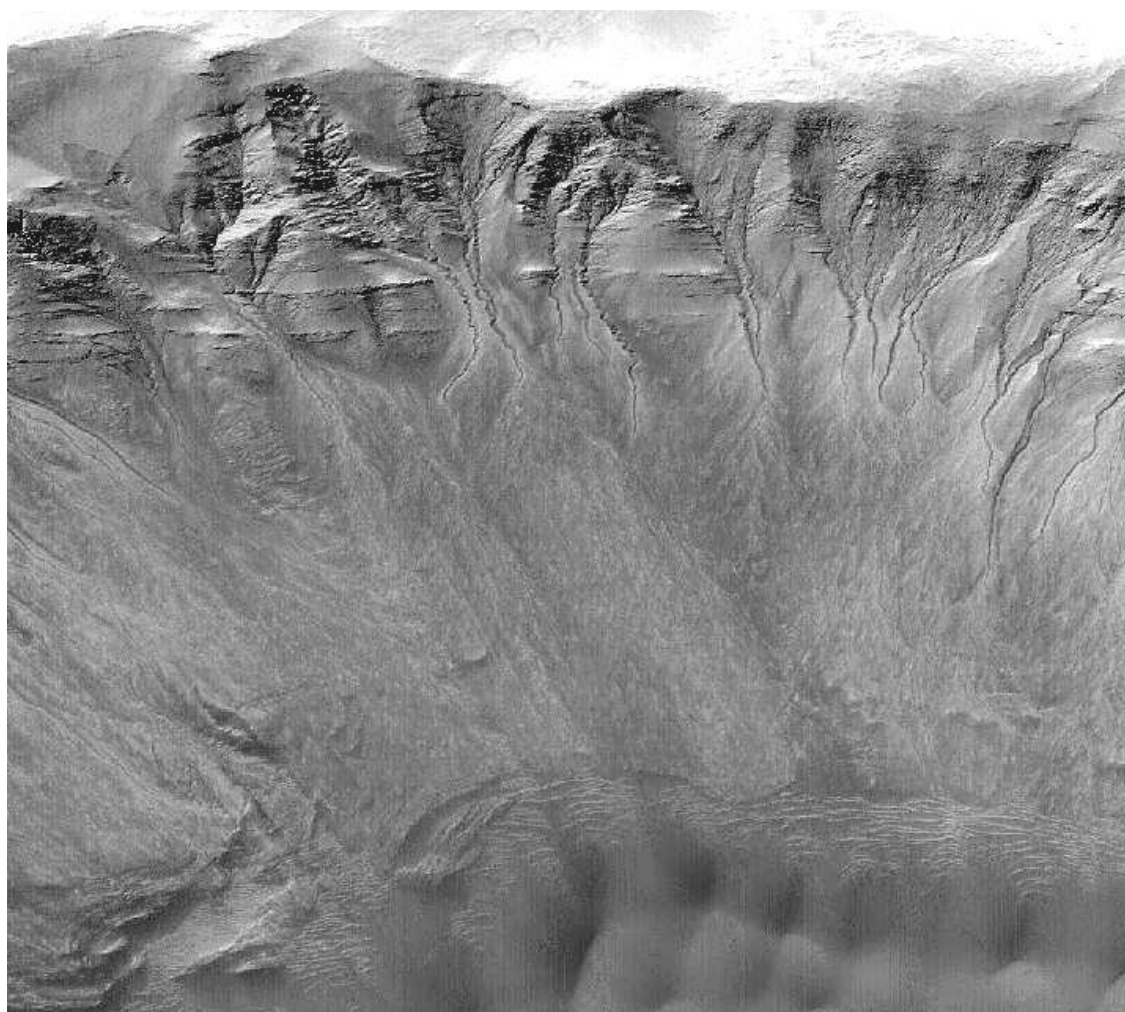
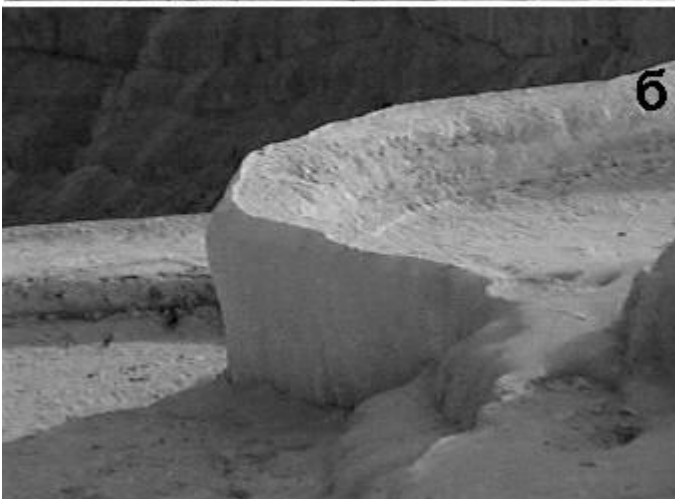


Рис. 4. Протяженность следа потока на склоне достигает 6 км. Для земных грунтов потемнение соответствует увлажнению. Можно предположить, что более темный след относится к более позднему источнику. (MGS МОС

На рис. 3 показан снимок еще одного небольшого кратера (центр 42°S, 158°W), расположенного внутри более крупного кратера Ньютон. Виден склон с многочисленными извилистыми оврагами и осыпями сыпучего материала на дне. Размер участка на снимке 4,3x2,9 км. Снова, как и на рис. 2, *овраги и их притоки не расширяются, а сужаются вниз по склону*. Если овраг образован потоком, это кажется парадоксальным. Но нам удалось найти этому объяснение. Если поток грунтовой воды вышел на склон и устремился вниз, то в условиях Марса размер развивающейся промоины будет зависеть, прежде всего, от температуры поверхности.



Рис. 5. Чаши и бассейны в природном заповеднике Памук-Кале (Турция) образуют изрезанные границы плато. (Снимки автора.)



Если она составляет типичные для экваториальной зона Марса от -15°C до -50°C (соответственно днем и ночью), *поток, спускаясь по склону, должен постепенно впитываться в сухой морозный грунт и замерзнуть*. Образуется ложе канала из промерзшего грунта, по которому поток устремляется дальше, наращивая промерзшее ложе и частично переходя в лед. Именно поэтому, в отличие от земных склоновых рек, потоки на Марсе *сужаются, спускаясь по склону*. В некоторых случаях, когда дневная температура верхнего слоя грунта положительная, потоки могут распространяться на большие расстояния, но их интенсивность также должна уменьшаться с расстоянием из-за расхода воды на увлажнение песчаного грунта. Боковые



«притоки» тоже сужаются вниз по склону, потому что это не притоки, а ответвления, вода в которых быстро замерзает.



Рис. 6. Склон кратера с протоками (39°S, 166°W). В нижней части снимка находится бассейн, подобный чашам на рис. 11 и 12, но значительно больший по размерам. (MGS MOC Release No. MOC 2-320. NASA/JPL/MSSS.)

Интересно различие в форме оврагов, – прямые на рис. 2 и извилистые на рис. 3. Скорее всего, их форму определяет, как и на Земле, крутизна склона и

свойства грунта. На крутых склонах поток может нести с собой значительные массы грунта. Доля захваченного грунта в извилистых оврагах должна быть меньше. Возраст оврагов не может быть очень большим хотя бы из-за осыпей и постоянного разрушения под действием ветра.

На рис. 4 источник, расположенный на склоне, создает поток, протяженность которого достигает 6 км, если считать, что след темного оттенка соответствует увлажнению, как на Земле. Источников на снимке два, причем они отстоят один от другого примерно на 150 м. Дебет источников должен быть достаточно большим, чтобы оставить столь протяженный след, как на рис. 4, или создать глубокие овраги, как на рис. 2 и 3. На снимке рис. 4 видно, что следы имеют разную плотность; более плотный и узкий возникает ниже и проходит вдоль менее плотного, но более широкого следа. Напрашивается вывод, что плотный след – более поздний и что он возник, когда верхний источник уже иссяк. В отличие от рис. 2 и 3, глубокого оврага (промоины) здесь нет. Возможно, это молодой источник, а промоина формируется, как и в случае земных горных рек, за достаточно длительное время.



Рис. 7. Бассейн на дне небольшого кратера, расположенного внутри кратера Ньютон. Размер видимой части бассейна достигает 3,4 км. (MGS MOC Release No.MOC2-242. NASA/JPL/MSSS.)

В условиях низкой температуры на Марсе переход воды в фазу льда следует рассматривать в динамике: выбрасываемая ключами, или родниками теплая вода соприкасается с сухим холодным грунтом, частично впитывается и замерзает, образуя ледяное ложе, по которому поток распространяется дальше. Поток охлаждается, вода впитывается и все большая ее часть переходит в фазу льда. Расстояние от источника, на котором воды не останется совсем, зависит от начальной температуры потока и температуры грунта. В экваториальной зоне, на гладких склонах, такое расстояние, как показывают снимки, может достигать 6 км.

Отвлечемся немного от Марса. На рис. 5 показаны уникальные образования на горном склоне в природном заповеднике Памук-Кале (Турция). Здесь вода многочисленных термальных источников, обогащенная кальциевыми гидросолями, минерализуется, образуя расположенные каскадом гигантские чаши, заполненные водой (рис. 5а). Постепенно вода отступает (рис. 5б), образуя горизонтальные кромки на поверхности чаш. Когда источник иссякает, исчезает и вода в чашах. Пустые чаши окаймляют плато изрезанной белой цепью (рис. 5в).

Большие массы воды, которые легко удерживаются чашами Памук-Кале, не смогли бы удержать никакие песчаные запруды на Марсе, даже с учетом втрое более низкой силы тяжести на планете. Но если грунт очень холодный, поступающая вода, впитываясь в морозный грунт, могла бы быстро создать чаши из льда и промерзшего грунта, обладающие теми же свойствами, что и чаши Памук-Кале.

Рис. 6 представляет склон марсианского кратера, богатого склоновыми протоками (39°S , 166°W). В нижней части снимка находится такая же изрезанной формы чаша, или бассейн, как на рис. 5, но намного больший по размерам. Горизонтальная ось снимка около 1500 м. Ширина бассейна около 600 м, а площадь около 0,3 кв. км. Его внешняя граница, похожая на края чаши Памук-Кале, выделяется светлой окантовкой. Вероятно, это ледяная кромка. Главный источник находится, по-видимому, справа над чашей. Это вытянутое образование с шестью направленными вниз отростками. Крутой склон показывает, что поток должен нести с собой значительное количество грунта.

На рис. 7 можно видеть еще один бассейн, но значительно больших размеров. Бассейн находится на дне небольшого кратера (центр 41°S , 160°W), расположенного, как и кратер на рис. 6, внутри кратера Ньютон. Горизонтальная ось снимка рис. 7 составляет 7 км, а размер видимой части бассейна достигает 3,4 км. На крутом склоне видны многочисленные нитевидные следы потоков, возникающих в стенке вала кратера на глубине примерно 0,5 км под уровнем поверхности. Дно кратера выглядит затуманенным; возможно, это действительно испарения над открытой поверхностью бассейна. Внешняя его граница, так же как на рис. 6, выделяется светлой окантовкой.

Марс – сухая и морозная планета, но в некоторых его районах

присутствуют действующие источники и, по-видимому, устойчивые каналы грунтовых вод. Присутствие жидкой воды может играть важную роль в современных гидрологических циклах на планете. Если поиск жизни на Марсе надо было начинать с поиска воды, то эта задача, по-видимому, решена. Остается отыскать жизнь на Марсе.

