

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
предбиологических состояний  
на планетах Солнечной системы

**А.И. Малышев<sup>1</sup>, Л.К. Малышева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН*

*<sup>2</sup>Астрономическая обсерватория УрГУ*

# • Введение

Поиск внеземной жизни и внеземного разума со времен зарождения идеи множества миров является одной из основных задач исследования космического пространства.

В этом поиске необходимо учитывать два момента:

1. Реальна опасность, что Человечество может оказаться не готово к встрече ни с внеземными Формами Жизни, ни с внеземным Разумом, так как пристально вглядываясь в окружающий Космос, Человечество зачастую пытается лишь разглядеть в нем "себя, горячо любимого".
2. Исследования окружающего космического пространства становятся все более затратными. Это ужесточает требования к их эффективности. Поэтому необходимы теоретические проработки вопросов «что искать» и «где это можно найти».

В работе рассматриваются модели образования предбиологических состояний на примере трех резко различающихся между собой планет нашей Солнечной системы – Земли, Марса и Юпитера.

# Земля



По поводу зарождения жизни на Земле существуют различные точки зрения:

- божественное происхождение;
- инфицирование из космоса;
- самопроизвольное зарождение жизни непосредственно на Земле благодаря абиогенному синтезу сложных углеводородных соединений и их самоорганизации.

В 1859 г. Чарльз Дарвин опубликовал свою книгу «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь». Так возникла теория эволюции жизни на Земле. Одновременно встал вопрос о начальной точке или исходном пункте этой эволюции.

# Земля



В 20-е годы XX века А.И. Опарин и Дж. Холдейн (Опарин, 1975) предложили гипотезу образования жизни на Земле.

По их сценарию, к возникновению жизни на Земле привела следующая последовательность процессов:

- абиогенный синтез органических соединений, их накопление в океане вплоть до образования насыщенного или “питательного бульона”;
- формирование фазово-обособленных органических микросистем (**коацерватов**);
- появление **пробионтов**, т.е. первичных протоорганизмов;
- образование **прокариот**, простейших из известных живых организмов.

Этот самый сценарий лежит в основе многих современных вариантов океанической концепции происхождения жизни.



Вопрос о происхождении жизни на Земле до сих пор окончательно не решен. Однако трудами биохимиков, палеонтологов и микробиологов удалось значительно сузить «поле неизвестности», которое сейчас ограничивается детализацией зарождения пробионтов.

Считается достоверно установленным:

1. Наш общий самый древний предок - **прогенот** - существовал при температуре кипения воды, т.е. был гипертермофилом.
2. Зарождение жизни тесно связано с деятельностью гидротермальных систем и, скорее всего, произошло в районе выходов гидротермальных источников на дне океанов.

# Земля



Практически во всех вариантах концепций возникновения земной жизни требуется (как необходимая предпосылка) существование зон повышенной концентрации примитивных углеводородных соединений (типа “питательного бульона” в теории А.И. Опарина).

Факт существования зон естественного (абиогенного) углеводородного синтеза в последние годы независимо от проблематики зарождения жизни получил обоснование в работах (Малышев, 2004, 2005).

Положение этих зон однозначно контролируется определенными физико-химическими условиями. Это не позволяет ответить на вопрос «как» зародилась жизнь, но дает возможность определить «где» и «почему» она зарождалась, а затем использовать эти данные для анализа условий возникновения предбиологических состояний на других планетах.



# Земля



Представители примитивных древнейших микроорганизмов обнаружены в горячих водах наземных гидротермальных источников.

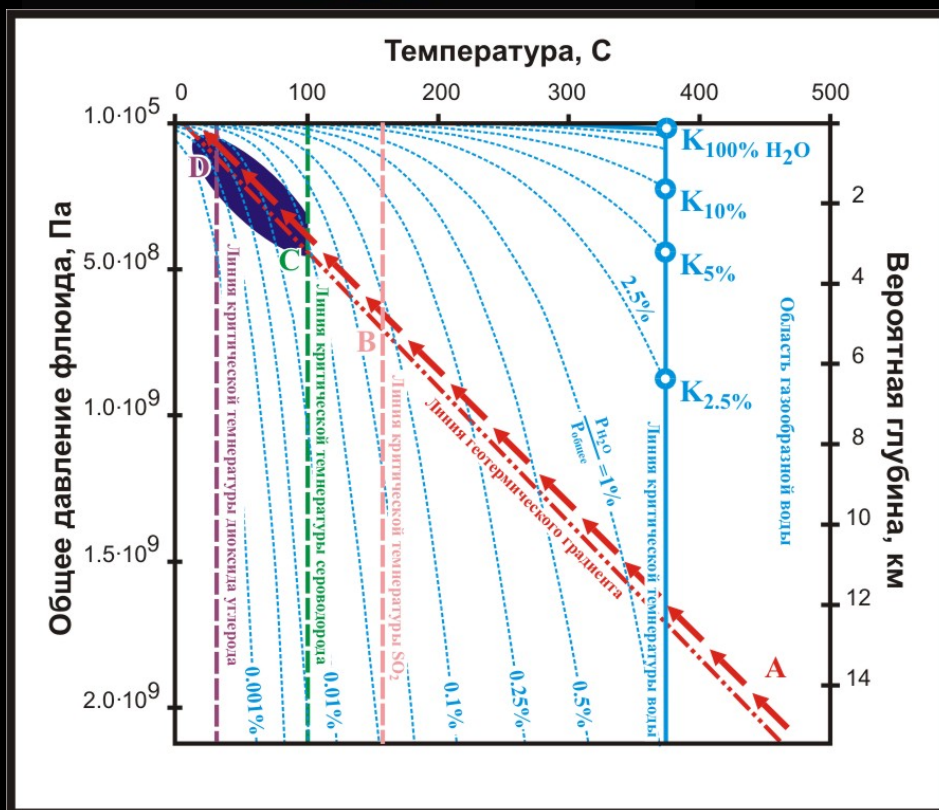


# Земля



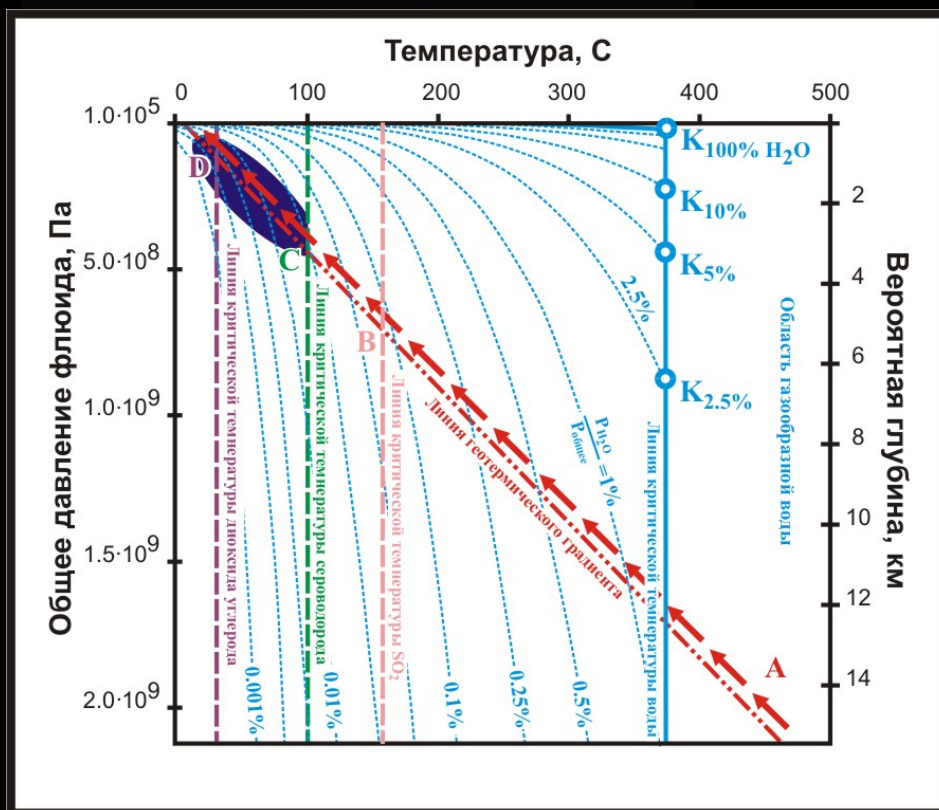
На дне океанов при глубинах 3-4 км зона естественного углеводородного синтеза выходит непосредственно на дно океана. Именно здесь, по периферии выходов флюидов на дне океана, в зонах т.н. «курильщиков», обнаружена древнейшая бактериальная жизнь на Земле.

# Земля



Зоны естественного углеводородного синтеза исключительно благоприятны для образования сложных углеводородов и протекания процессов их самоорганизации, а следовательно, и для возникновения первичной примитивной жизни на нашей планете

# Земля



Возраст нашей планеты около 5 млрд лет.

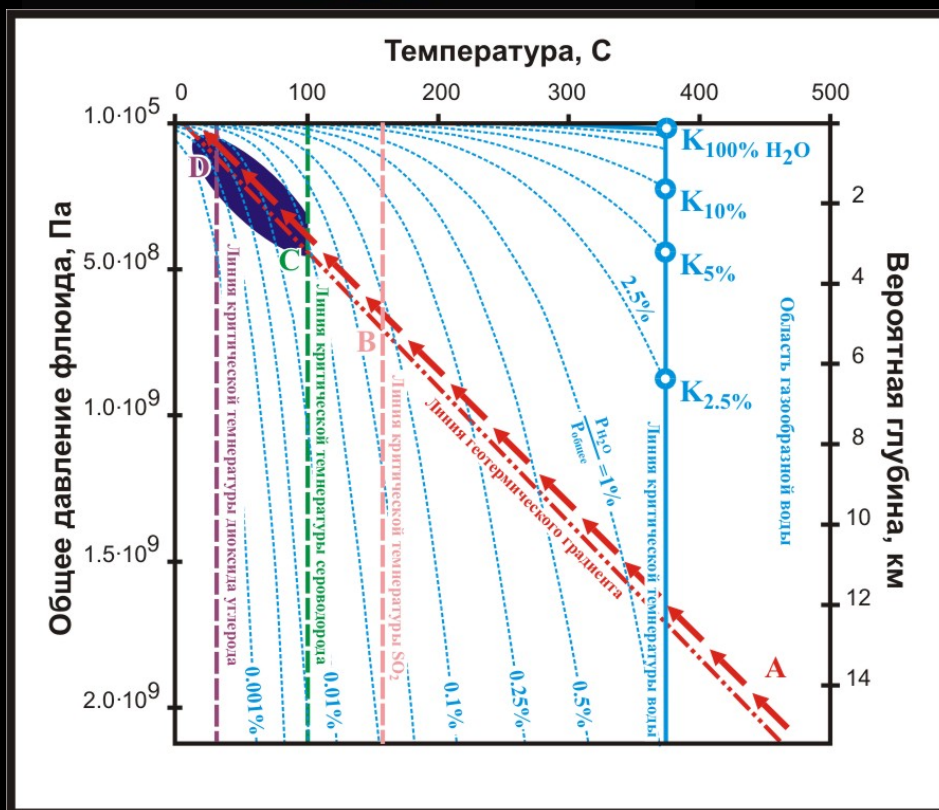
Самые древние породы Земли, доступные непосредственному изучению, имеют возраст около 3.8 млрд лет.

Самые древние достоверно установленные остатки жизни в породах датируются возрастом 570 млн лет.

По этому возрасту проходит рубеж между криптозоом (этапом скрытой жизни) и фанерозоом (этапом явной жизни).



# Земля

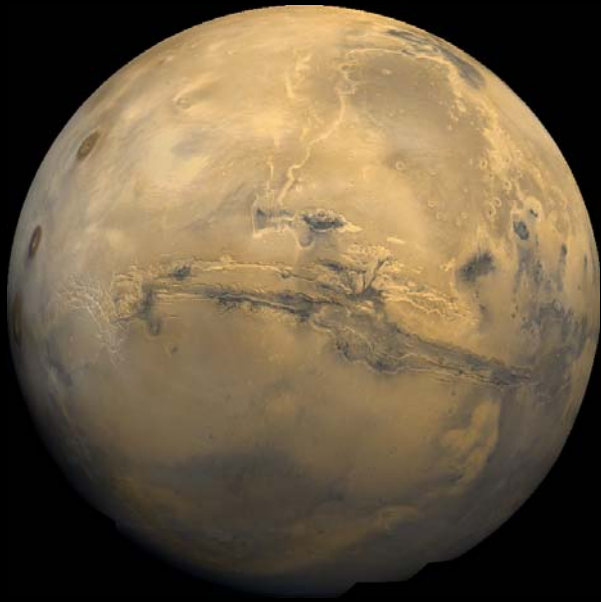


Вынос хемотрофных микроорганизмов флюидными струями из зон естественного углеводородного синтеза на дне океана или с малых глубин под поверхностью материков привел к адаптации их к питанию за счет энергии солнечного света.

Другими словами произошел **переход от хемотрофного типа питания к гелиотрофному**.

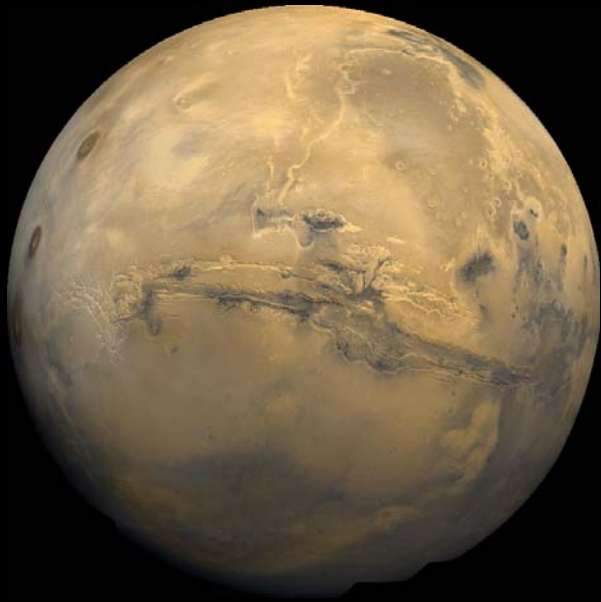
Дальнейшая эволюция жизни на Земле привела к существенному разветвлению и усложнению цепей питания, однако в основе их по-прежнему лежит энергия солнечного света.

# Марс



Как только появлялись новые идеи о происхождении жизни на Земле, так сразу возникало желание примерить эти идеи к вопросу зарождения жизни на планетах Солнечной системы. И прежде всего вопрос вставал о Марсе.

# Марс

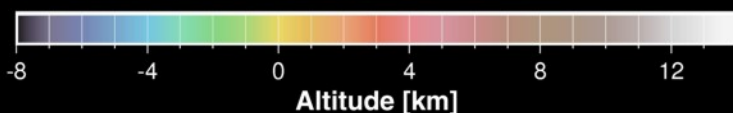
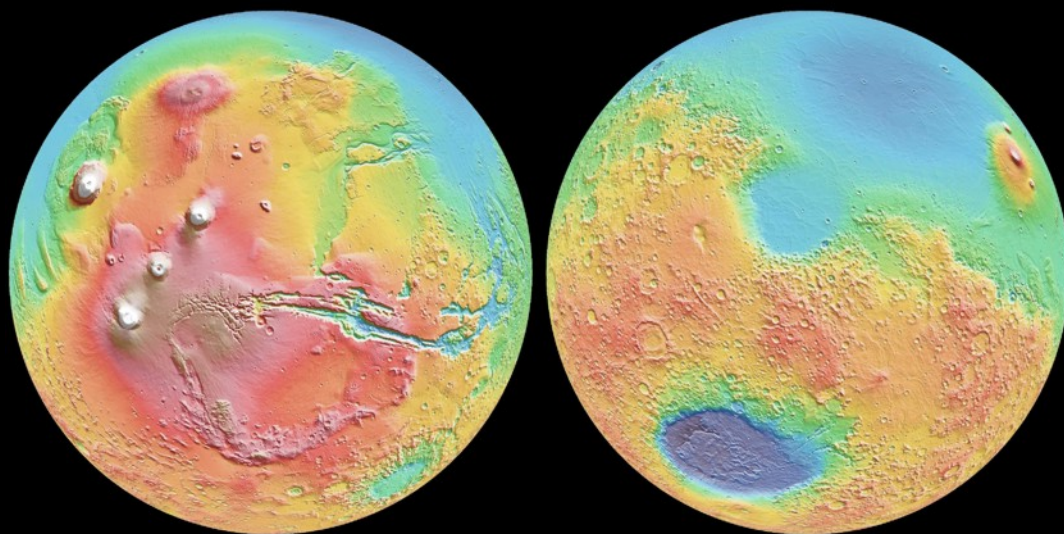
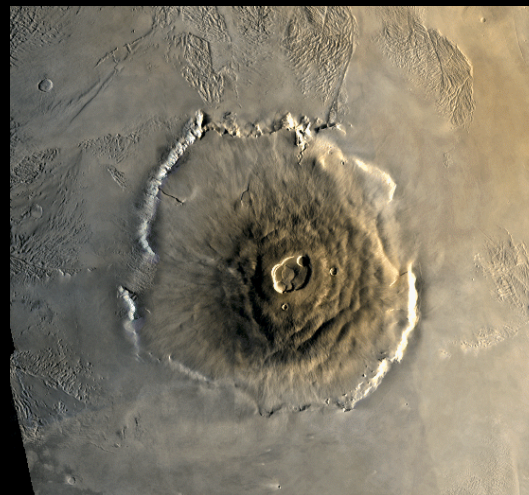
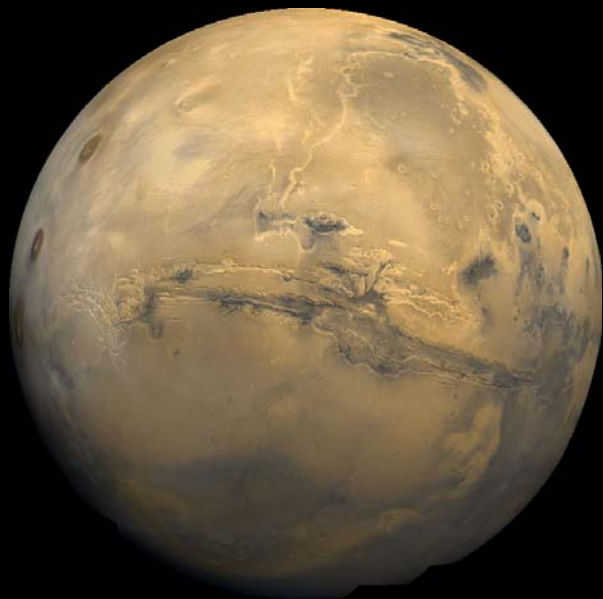


Сила тяжести на поверхности Марса примерно в 2.6 раза меньше по сравнению с земной.

На поверхность Марса падает вдвое меньше солнечной энергии. Это определяет его более низкие температуры. Средняя температура поверхности Марса  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Давление атмосферы на поверхности Марса составляет от 0.005 до 0.01 доли земного.

# Марс

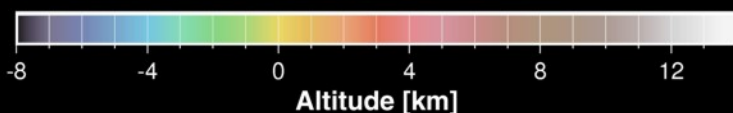
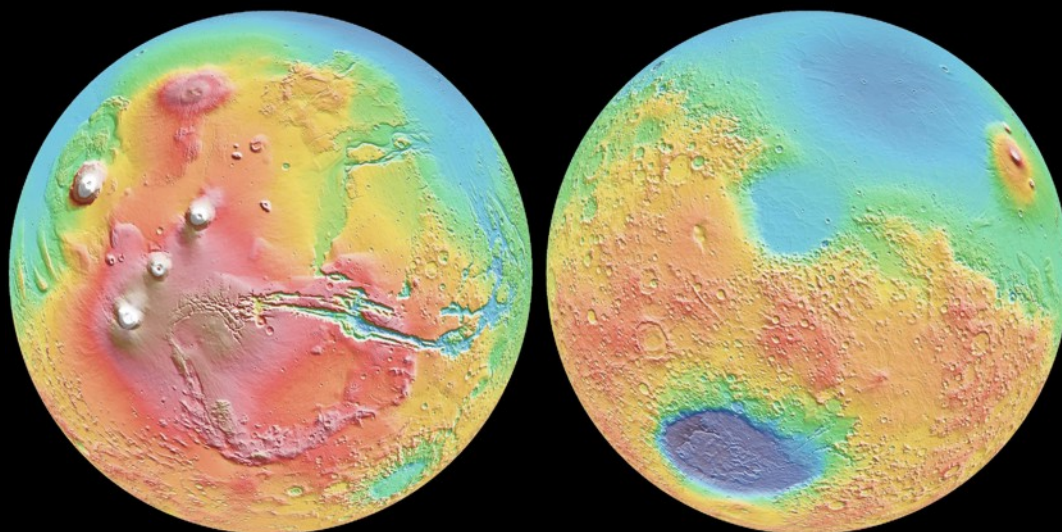
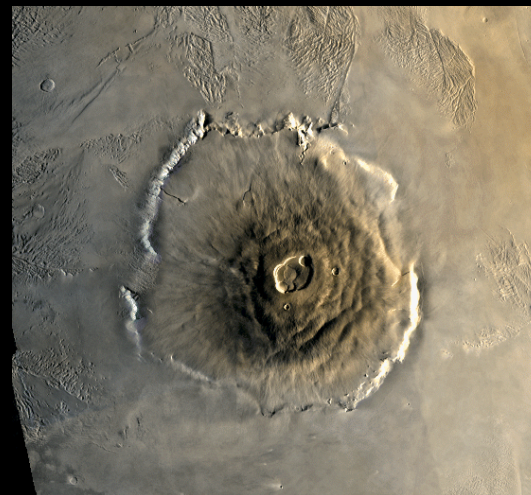
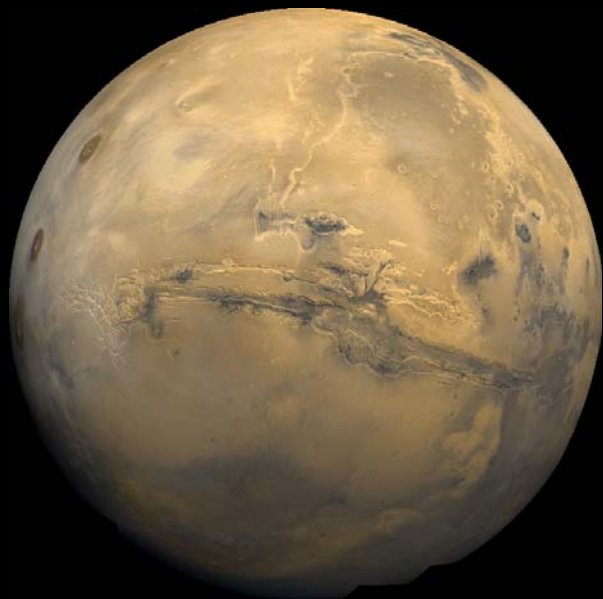


На поверхности Марса широко распространены вулканические структуры, нередко имеющие весьма внушительные размеры (плато Тарсис или вулкан Олимпус Монс).

Это позволяет допустить, что на определенных этапах истории Марса активность его недр была не меньше, чем у современной Земли, а, следовательно, позволяет предполагать, что Марс в эти моменты своей истории имел термический градиент, соответствующий современному земному.



# Марс

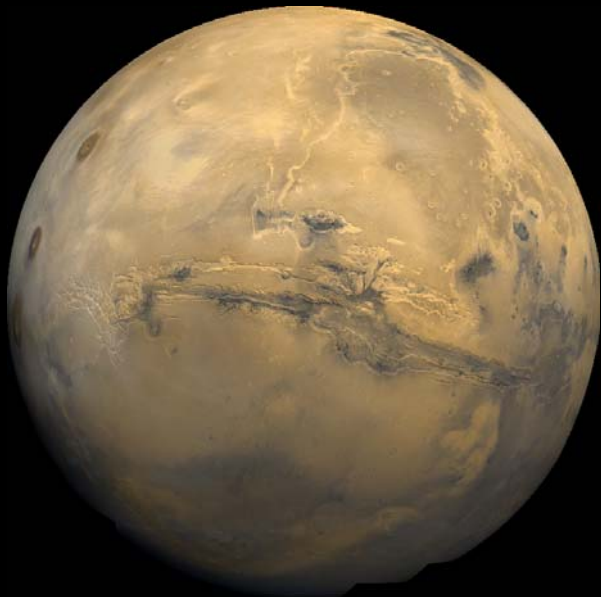


В этих условиях зоны естественного углеводородного синтеза располагались по периферии наиболее крупных вулканогенных структур.

Для сравнения - в условиях Земли наиболее крупные нефтегазоносные бассейны окаймляют либо области некогда высокой тектоно-магматической активности, либо материковые образования в целом, располагаясь на шельфе последних.

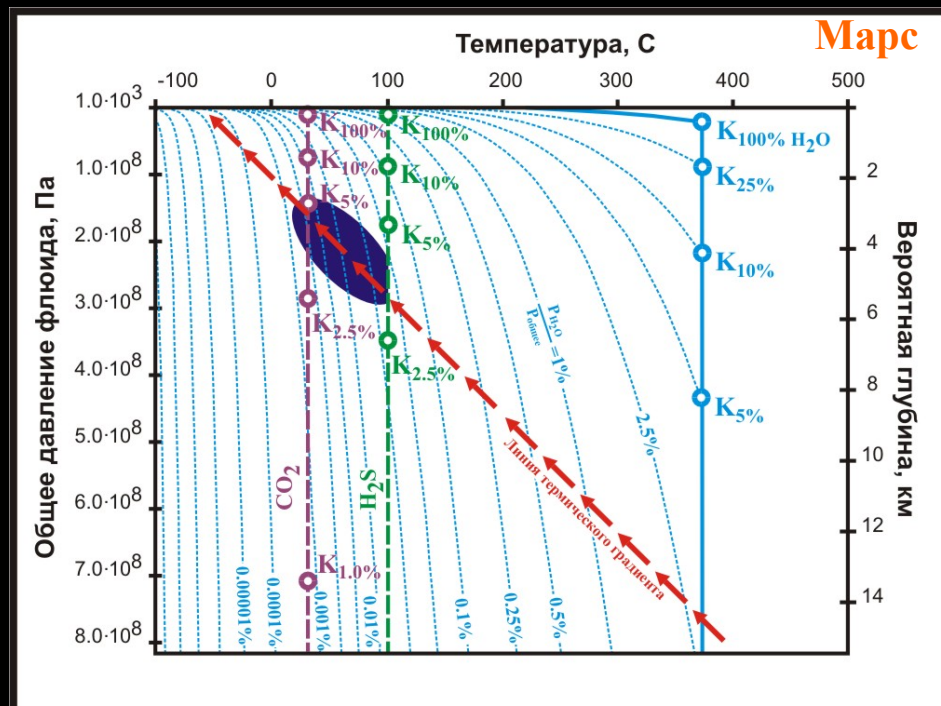
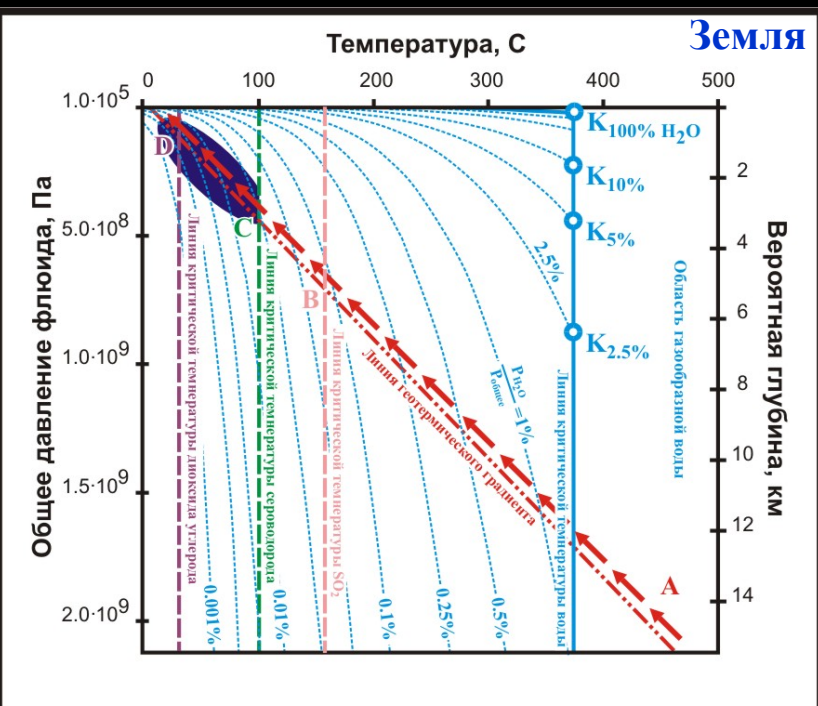
Для Марса же плато Тарсис нередко рассматривают не только как планетарную вулканическую структуру, но и как протоматериковое образование.

# Марс

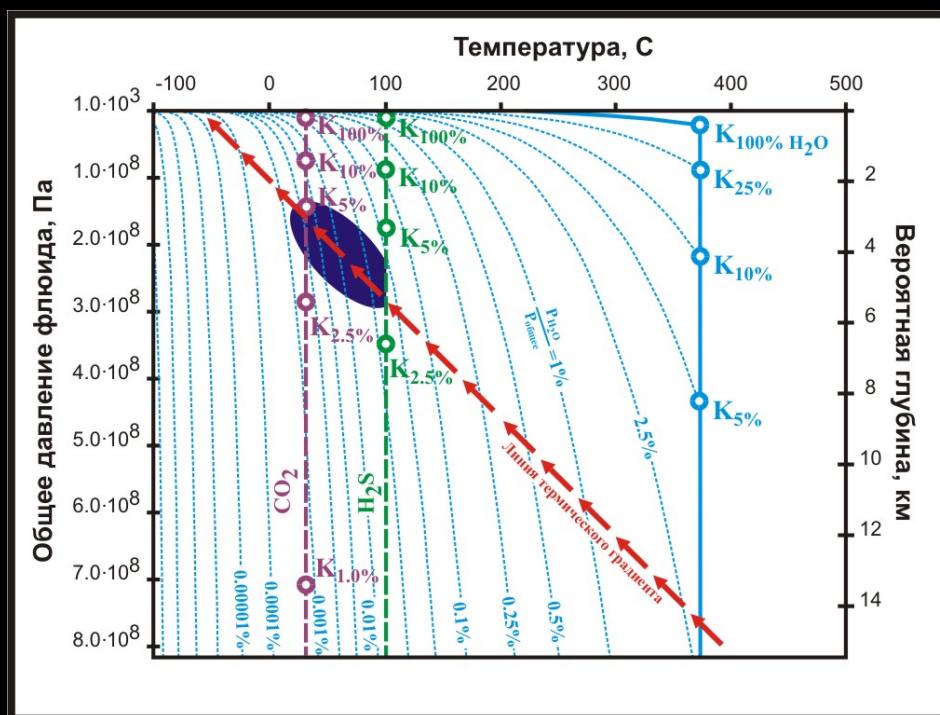
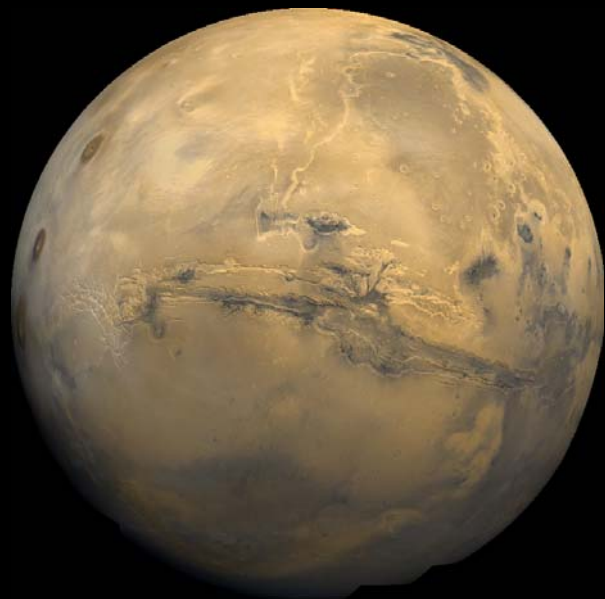


Более низкие температуры поверхности и сила тяжести Марса приводят к тому, что зоны естественного углеводородного синтеза находились на больших глубинах даже в случае термического градиента, аналогичного современному земному.

При этом зона сероводородной отгонки находилась на вероятной глубине около 5.3 км, углеводородной - на глубине около 3 км. Однако, если учесть гигантские размеры древних вулканов Марса, достигавшие высот более 20 км, то можно считать, что зоны естественного углеводородного синтеза на Марсе в эти периоды располагались, хотя и на глубине, но внутри разреза пород этих вулканических структур.



# Марс

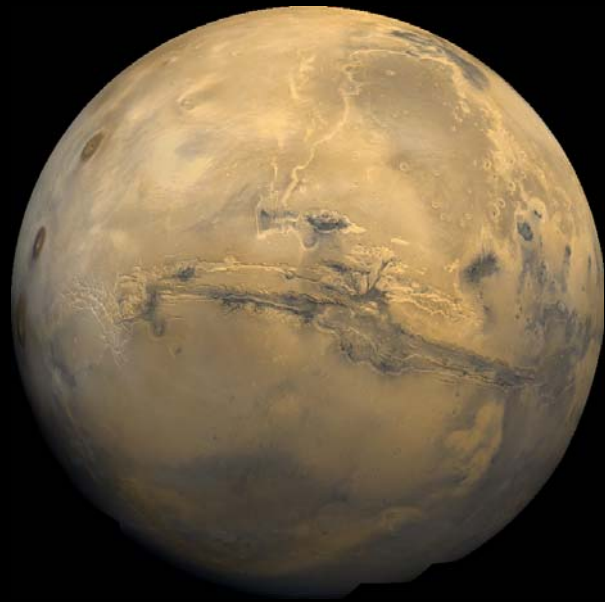


Большие глубины залегания зон естественного углеводородного синтеза снижают вероятность выноса зарождающихся примитивных хемотрофных микроорганизмов на поверхность планеты.

Низкие температуры поверхности Марса резко снижают скорости протекания химических реакций в поверхностных условиях, а, следовательно, препятствуют и процессам эволюционной адаптации микроорганизмов в этих условиях.

В свою очередь, низкий уровень потока солнечной энергии на поверхность Марса понижает вероятность перехода от хемотрофного типа питания к гелиотрофному.

# Марс

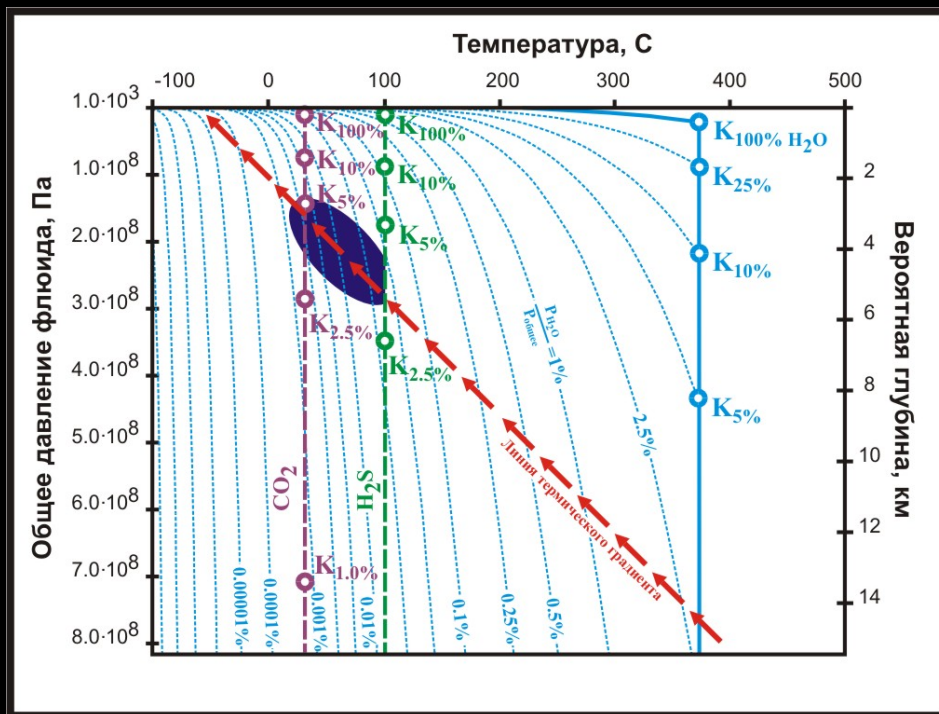


Последние данные марсоходов Оппортьюнити и Спирит довольно убедительно показывают факт отсутствия в условиях древнего Марса сколь-либо крупных водоемов, по крайней мере в зоне посадки марсоходов.

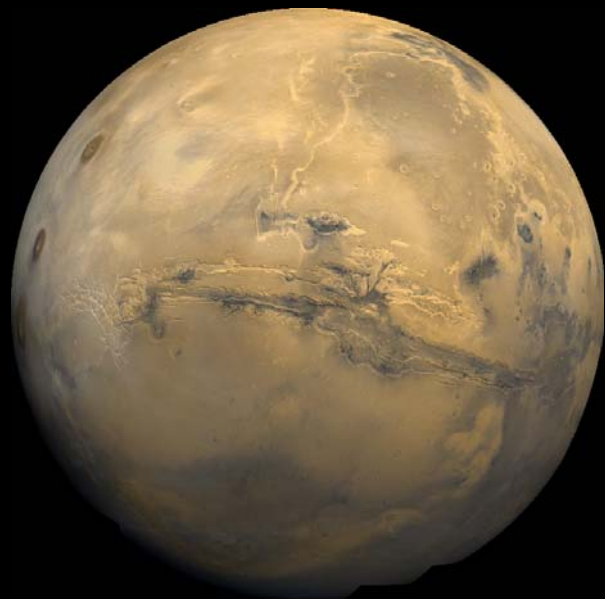
Повсеместно обнаруживаются лишь свидетельства воздействия вулканогенной (флюидно-эманационной) воды, тогда как о признаках былого существования озер, морей и океанов речь уже не идет.

Однако, даже в том случае, если бы на древнем Марсе океаны все таки существовали, для существования зон углеводородного синтеза непосредственно на их дне из-за более низкой силы тяжести Марса требуется и пропорционально большая мощность перекрывающей водной толщи.

Отсутствие подобных условий препятствует водному направлению эволюции марсианской жизни.

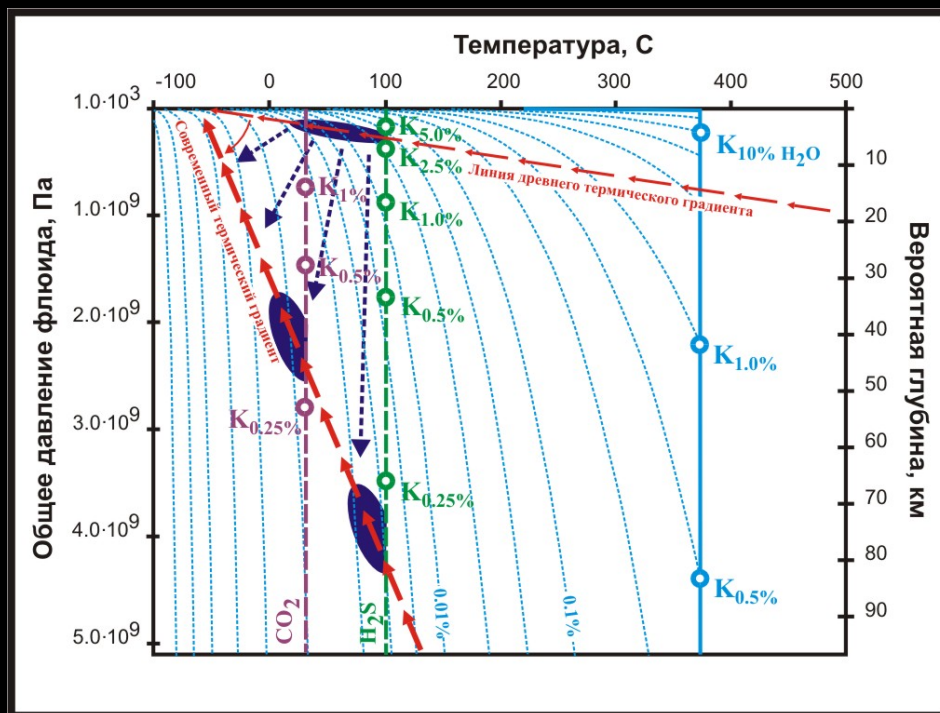


# Марс



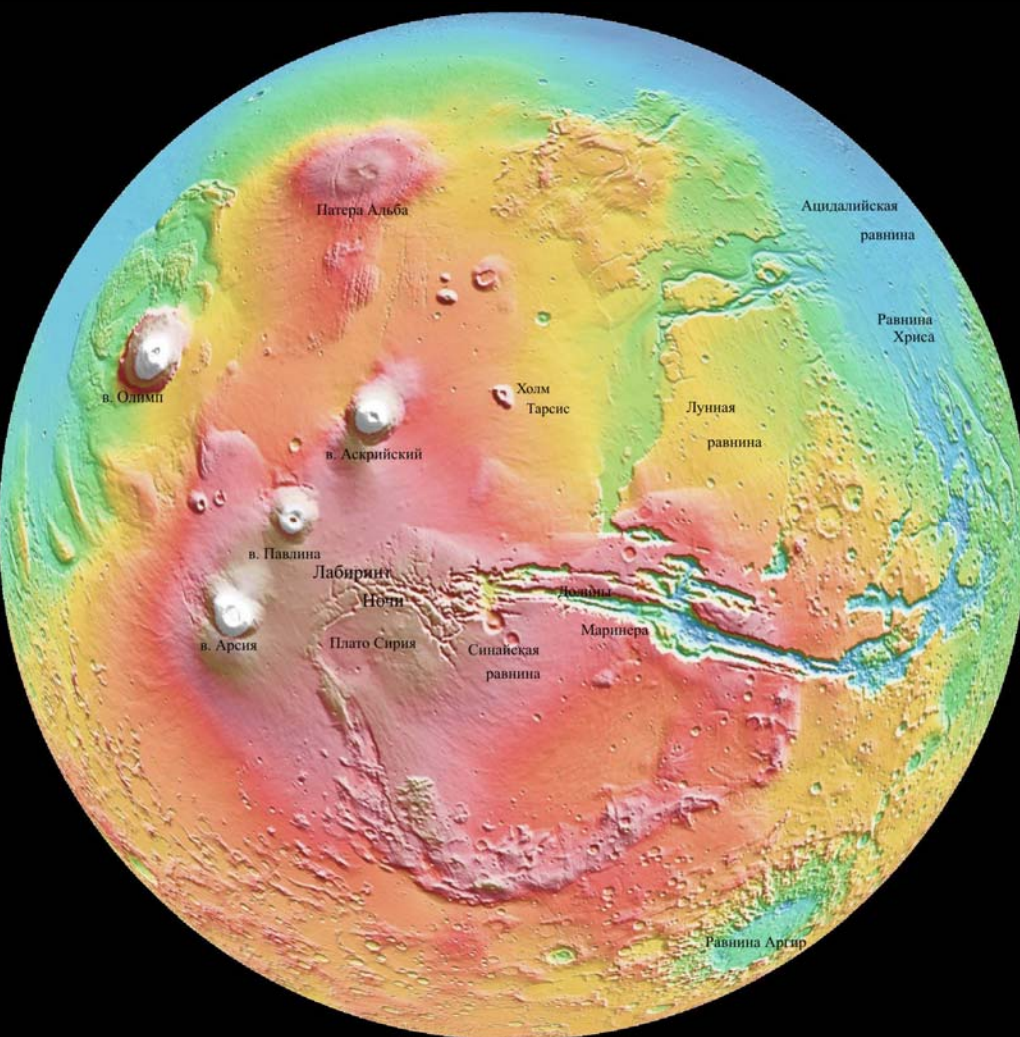
И, наконец, следует отметить общую тенденцию к затуханию активности недр Марса, а следовательно, к снижению его температурного градиента. По некоторым оценкам сейчас он может составлять порядка 2 град/км.

В этих условиях зоны естественного углеводородного синтеза постепенно отступают вглубь планеты.



Следовательно, в отличие от земной жизни с ее выходом из зон зарождения и переходом от хемотрофного типа питания к гелиотрофному, для Марса наиболее вероятен иной вектор биологической эволюции: сохранение хемотрофного типа питания и смещение областей существования и эволюции марсианских микроорганизмов в глубины планеты, вслед за отступающими в глубины планеты источниками энергии и питания.

# Марс



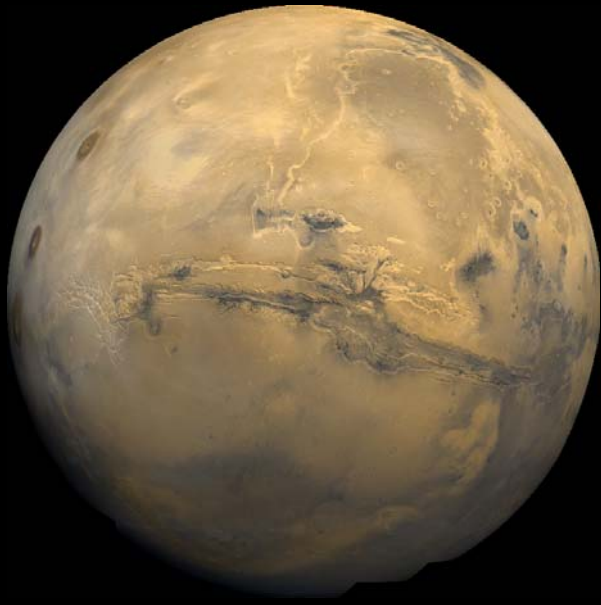
Прямое обнаружение подобной марсианской жизни практически не возможно. Даже в том случае, если жизнь на Марсе сейчас располагается на глубинах 6-10 км, бурение на такие глубины - довольно сложная задача даже в земных условиях.

Однако есть основания считать, что проявления марсианской жизни могут быть обнаружены, например, в районе выхода каналов истечения, дающих начало долине Маринер, из Лабиринта Ночи. Здесь мог произойти вынос на поверхность планеты глубинного вещества, а вместе с ним - и свидетельств некогда существовавшей, а возможно, существующей и сейчас в недрах планеты марсианской жизни.

Следует лишь учитывать, что из-за угасания Марса для его каменных бактерий наиболее вероятен переход в иной ритм времени, несопоставимо более медленный по сравнению с нашим человеческим восприятием.

Обнаружив такую жизнь, мы можем даже не понять, что она по-прежнему живая.

# Марс



Наша точка зрения о возможном существовании примитивной жизни в глубинах Марса вполне согласуется с предполагаемым обнаружением примитивных микроорганизмов в марсианских метеоритах, что в настоящее время является предметом оживленной научной дискуссии.

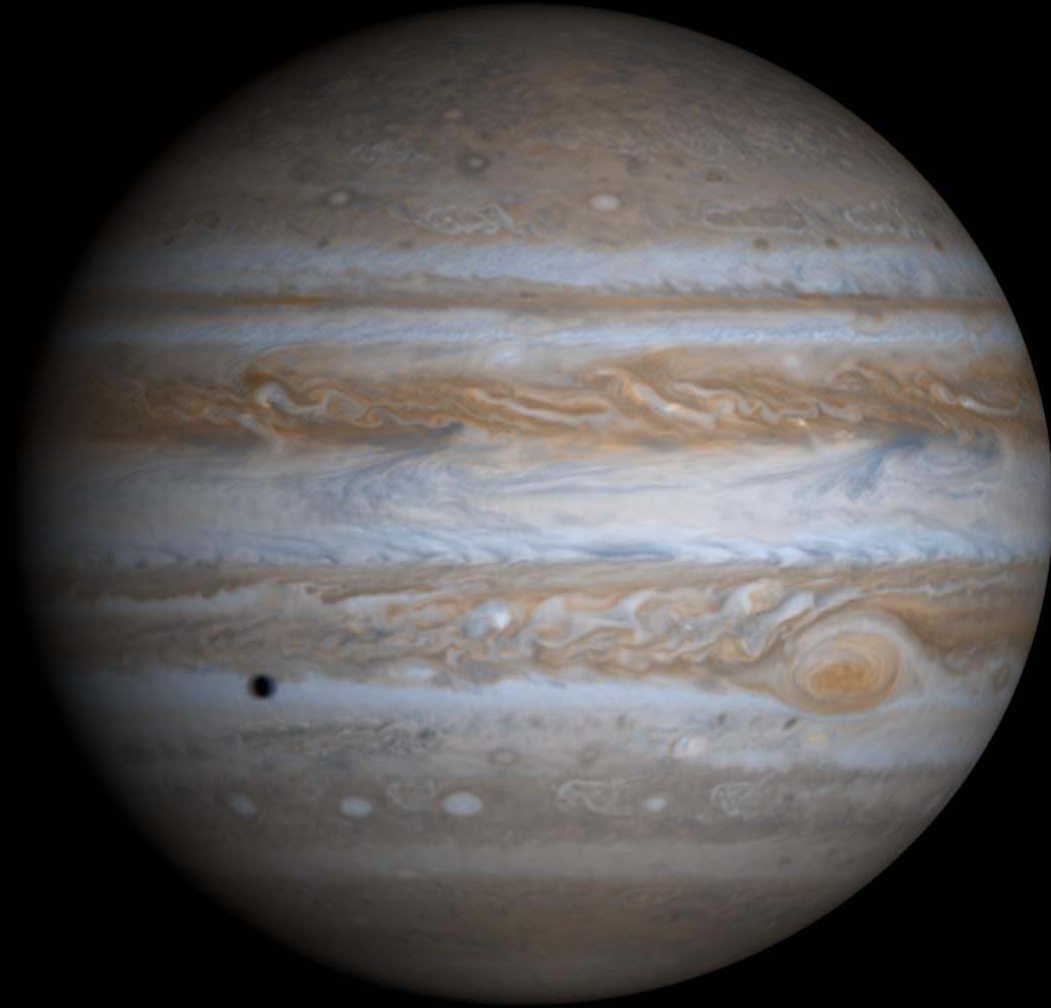
Вывод о том, что эти метеориты с Марса, был сделан на основании совпадения химического состава газа и его изотопных соотношений с составом марсианской атмосферы. Доказательство биогенной активности строится по следующим линиям:

- 1) необычное сочетание минералов, которое не может возникнуть в чисто неорганическом процессе,
- 2) изотопный состав углерода и кислорода карбонатов, свидетельствующий об их низкотемпературном образовании и внеземном происхождении;
- 3) присутствие полициклических ароматических углеводородов;
- 4) необычного вида микроструктуры, напоминающие остатки микроорганизмов.



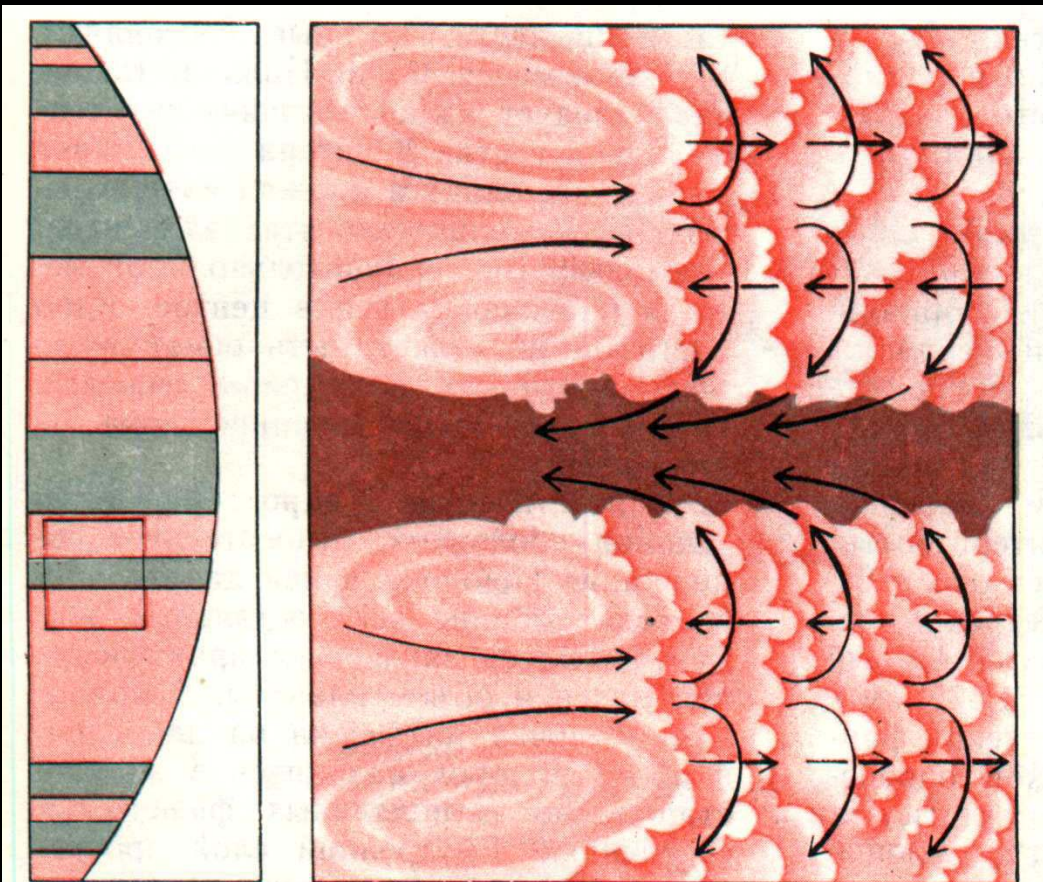
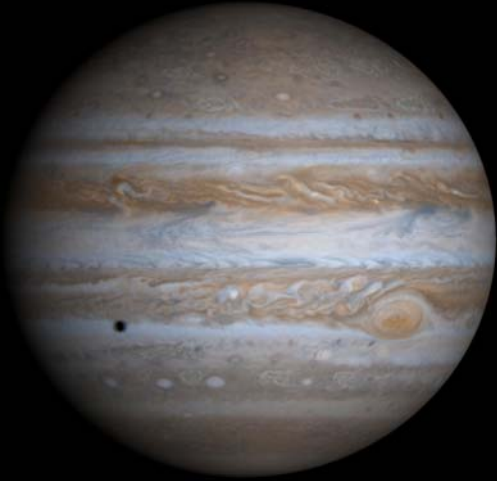
Снимок части среза SNC-метеорита ALH 84001, сделанный с помощью электронного микроскопа сверхвысокого разрешения. Длина вытянутого образования в центре снимка менее половины микрометра.

# Юпитер





# Юпитер



Схематичное изображение атмосферной циркуляции вблизи экваториальной области Юпитера.

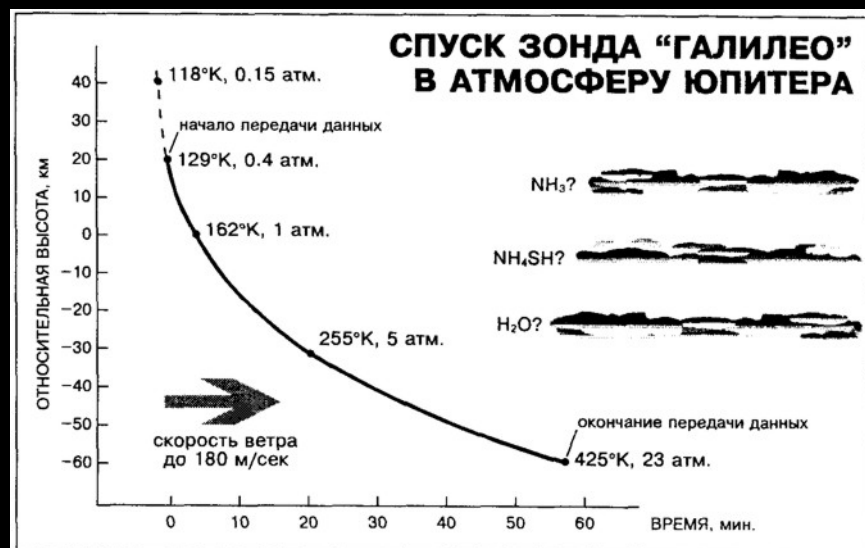
В верхней атмосфере Юпитера наряду с водородом и гелием установлены интересующие нас сероводород и диоксид углерода, а также легкие углеводороды.

# Юпитер



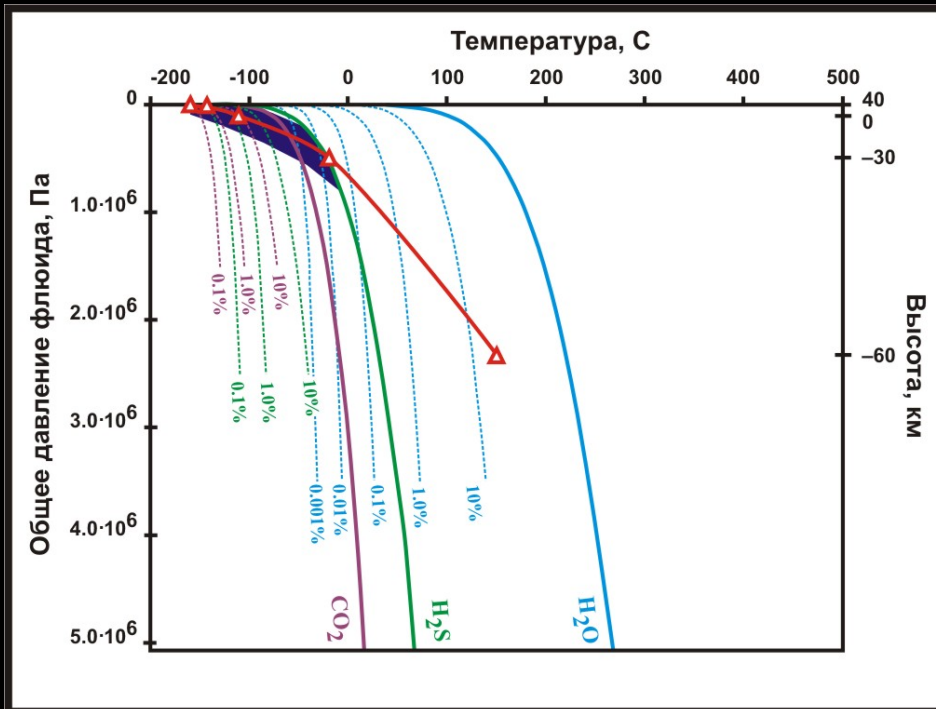
Эта планета для нас представляет наибольший интерес, поскольку именно на этой планете, как это и не парадоксально, есть вероятность существования наиболее крупного скопления биомассы в Солнечной системе.

Для построения схемы углеводородного синтеза на этой планете воспользуемся данными, полученными в ходе спуска зонда "Галилео" в атмосферу Юпитера 7 декабря 1995 г.



Спуск зонда в атмосфере Юпитера продолжался 57 минут. За это время с раскрытым парашютом он пролетел 156 км и при температуре 152°С и давлении в 23 атмосферы прекратил свое существование.

# Юпитер



Область зон естественного углеводородного синтеза для условий Юпитера, если судить по РТ-профилю трассы снижения зонда, располагается в верхней части его атмосферы на глубинах ориентировочно от 30 до 15 км ниже условного нулевого уровня. (по давлению 1 атм).

Любой сколь-либо существенный вынос из нижних слоев атмосферы легких газовых соединений ведет к сбросу в конденсат избыточных количеств сероводорода и углекислоты с одновременным протеканием реакций естественного углеводородного синтеза.

# Юпитер

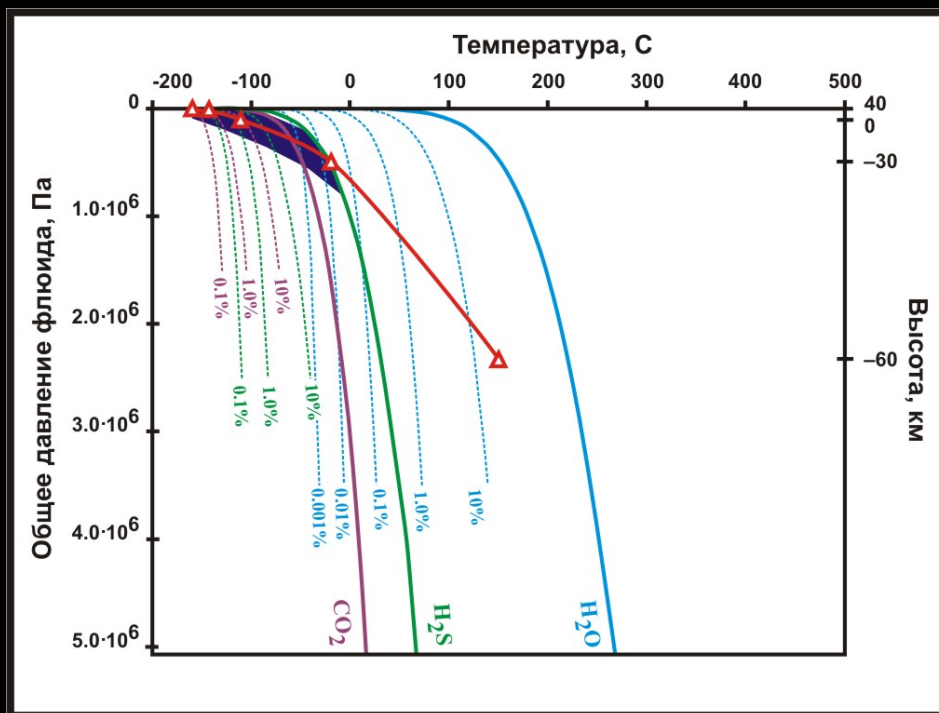


Поскольку конденсат сероводорода оказывается в кристаллическом состоянии при температурах ниже  $-85.6^{\circ}\text{C}$ , а конденсат диоксида углерода – при температурах ниже  $-78.5^{\circ}\text{C}$ , то при более низких температурах они образуют совместную изморозь и взаимодействуют друг с другом в твердой фазе.

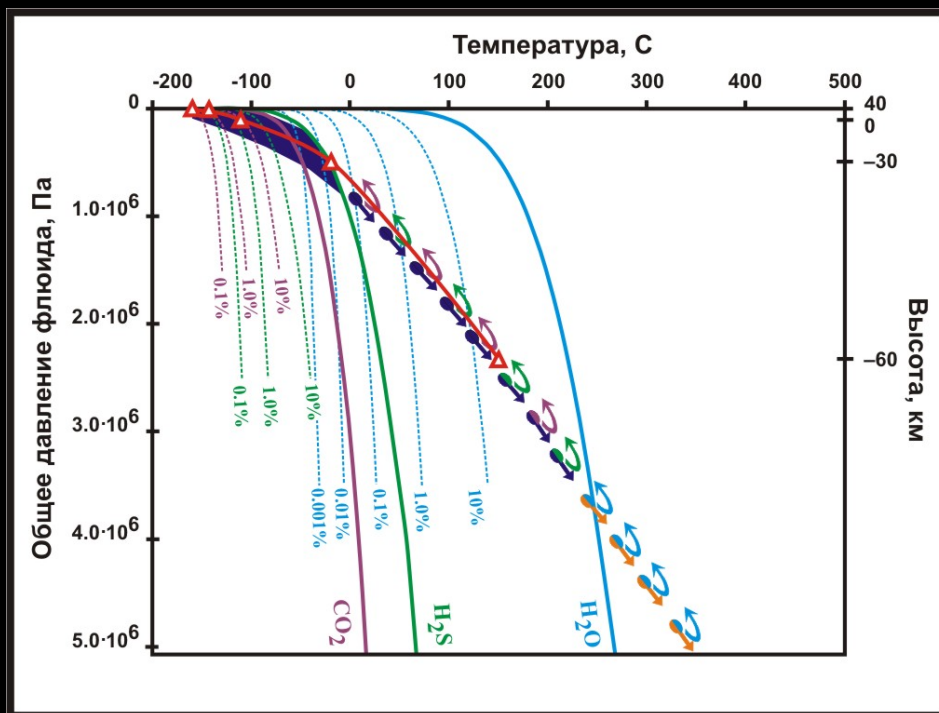
Активирование реакций происходит под воздействием высокоэнергетических космических частиц и фотонов.

Направленность реакций в сторону образования углеводородов обусловлена фазовой гетерогенностью образующихся веществ: кроме взаимодействующих диоксида углерода и сероводорода в кристаллическом состоянии оказываются образующиеся вода и сера, тогда как углеводороды образуются либо в виде газа (метан, этан и т.п.), либо в виде жидкого конденсата (пропан и более тяжелые углеводороды).

Гетерогенность протекания реакций, а следовательно и их направленность в сторону образования углеводородов, сохраняется и при температурах выше  $-78.5^{\circ}\text{C}$ . В этом случае наряду с жидкими реагентами ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ) и продуктами реакции (углеводороды) в конденсате образуются кристаллический лед и самородная сера.



# Юпитер



Образовавшийся конденсат под воздействием силы тяжести Юпитера начинает осаждаться в более глубокие слои атмосферы.

При достижении критических значений температур для углекислоты и сероводорода, все количество этих соединений, не прореагировавшее в ходе углеводородного синтеза, будет переведено в газообразную форму, вынесено в верхние слои атмосферы, где вновь будет сброшено в конденсат зон углеводородного синтеза, а затем вновь начнет осаждаться.

Этот рециклинговый процесс будет повторяться вновь и вновь до тех пор пока будут сохраняться сколь-либо существенные количества углекислоты и (или) сероводорода.

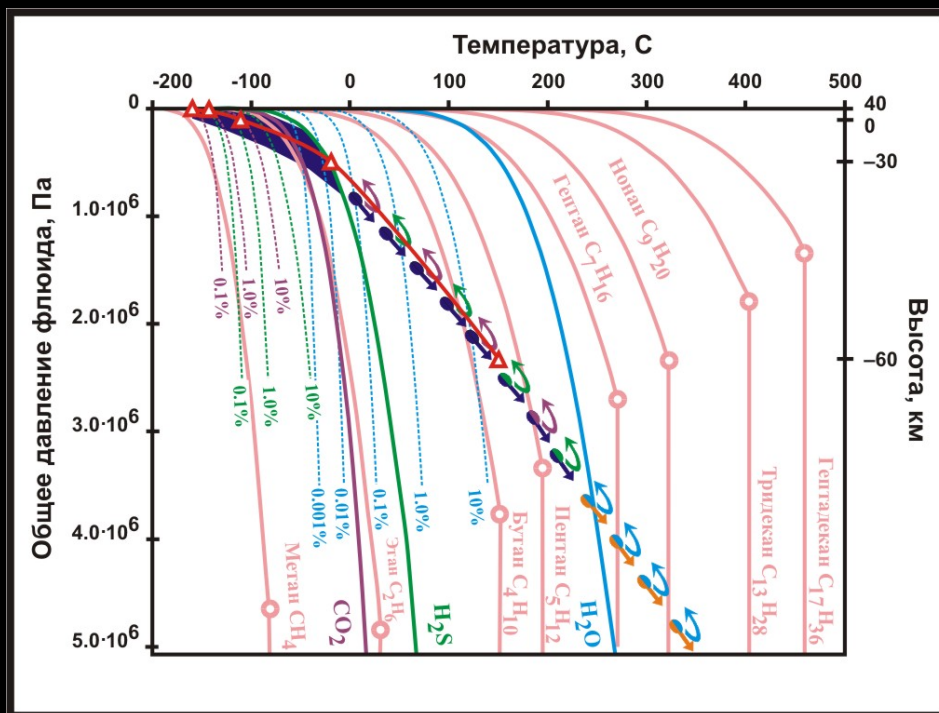
# Юпитер



Однако и образующиеся углеводородные соединения подвергаются жесткому гравитационно-химическому естественному отбору.

Если взять, например, ряд предельных углеводородов, то критическая температура этих соединений резко возрастает с усложнением их структуры. Таким образом, право максимально долго просуществовать в конденсированном состоянии приобретают наиболее сложные углеводородные соединения.

Переход в газообразное состояние для этих соединений равносильен смерти - они вовлекаются в круговорот газовых реакций, разрушаются, распадаясь под воздействием высоких температур на более легкие соединения. Последние вновь выносятся в верхние слои атмосферы и оказываются в зонах углеводородного синтеза. И все повторяется снова и снова.



# Юпитер

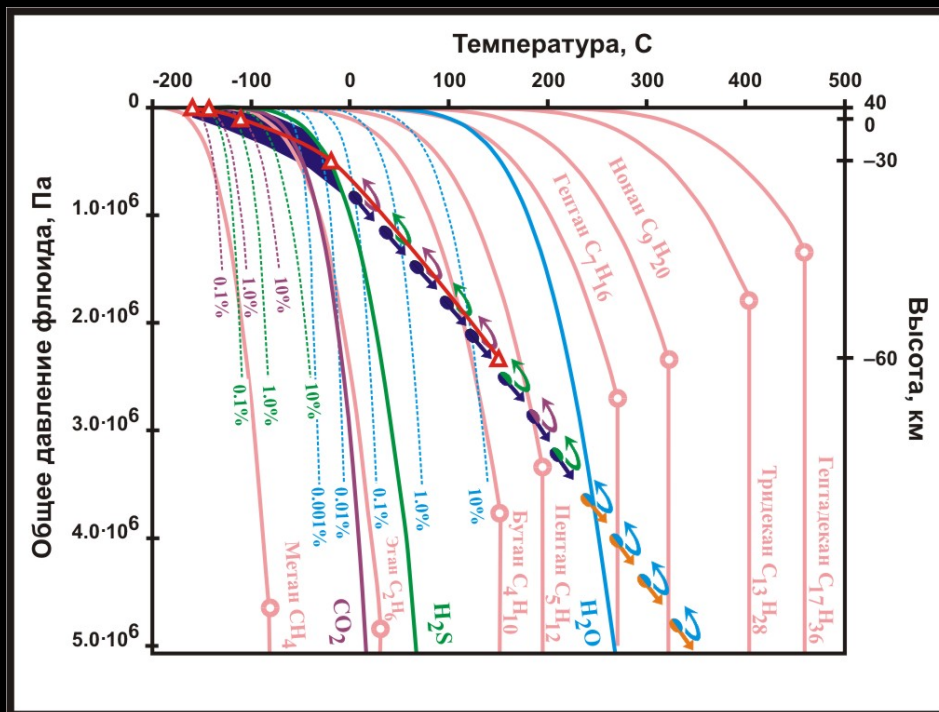


По сути, мы здесь имеем дело с гигантским гиперциклом естественного отбора химических соединений.

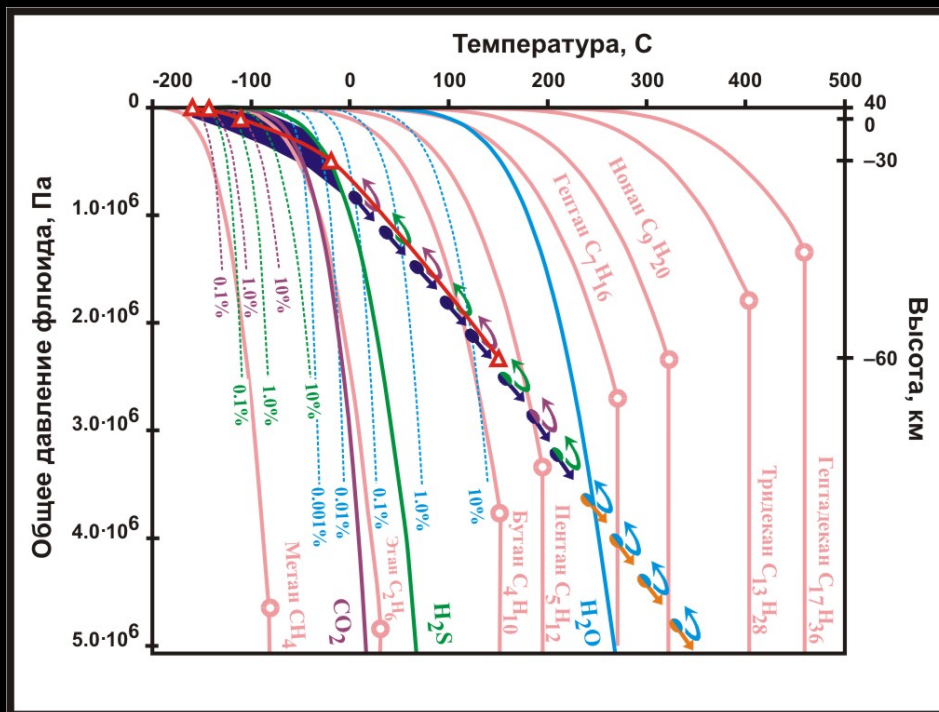
В этих условиях наиболее вероятно развитие процессов самоорганизации в следующих направлениях:

1) в направлении образования углеводородных соединений (возможно с участием других элементов), наиболее приспособленных к быстрому наращиванию молекулярной структуры за счет захвата низкомолекулярных углеводородных соединений из состава окружающей газовой фазы;

2) в направлении развития способностей к изменению молекулярной структуры соединений, к появлению регулируемой аэродинамики этих соединений, связанной с переходом от капельной формы конденсатных образований к меняющим свою конфигурацию парящим пленочным образованиям.



# Юпитер



В отличие от Земли, где образование примитивной жизни протекало с большим выходом побочного продукта, пассивно складировавшегося в виде запасов углеводородного сырья, на Юпитере образование биоподобных сложно-молекулярных и саморегулирующихся углеводородных соединений - процесс практически безотходный.

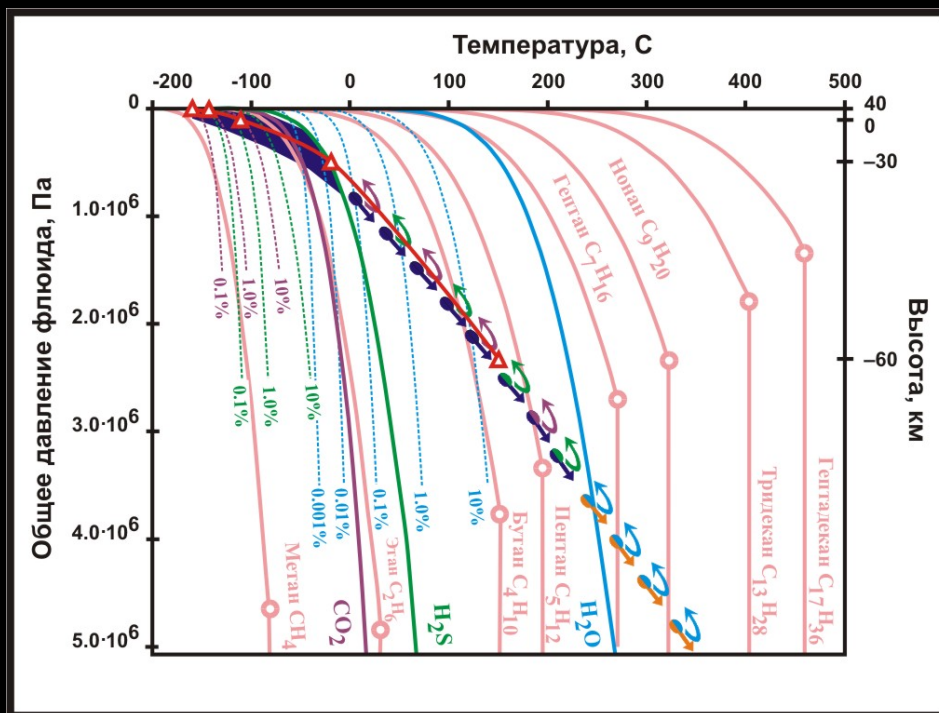
Следует учесть, что он протекает на предельно высоких скоростях в условиях повышенных температур атмосферы Юпитера.

В этих условиях возможно развитие сложных трофических цепей с образованием молекулярных структур-хищников, молекулярных структур-жертв и т.д.

Однако базовую основу всех этих трофических цепей должен составлять хемотрофный тип питания.



# Юпитер



Если сделанные нами логические выкладки соответствуют действительности, и Юпитер в своем облачном слое концентрирует крупнейшее скопление биомассы в пределах Солнечной системы, то по отношению к этой биомассе земная биосфера находится примерно на том же уровне развития, на котором по отношению к ней находятся каменные бактерии Марса. И мы, как и эти бактерии, находимся в другом ритме времени, несопоставимо более медленном по сравнению с юпитерианскими процессами.

# К вопросу о контактах (вместо заключения)

И.С. Шкловский «Вселенная, жизнь, разум». 6-е изд. М.: Наука, 1987. 320 с.

“Молчание” космоса представляет собой важнейший научный факт. Он требует объяснения, так как находится в очевидном противоречии с концепцией неограниченно развивающихся могучих сверхцивилизаций.

...И невольно напрашивается аналогия: а не являются ли современные гипертрофированные в высшей степени противоречивые “применения” разума у вида *Homo Sapiens* указанием на грядущий эволюционный тупик этого вида? ...Наконец, не является ли тупик возможным финалом эволюции разумных видов во Вселенной, что естественно объяснило бы ее молчание?

Став на точку зрения, что разум — это только одно из бесчисленных “изобретений” эволюционного процесса, да к тому же не исключено, приводящее вид, награжденный им, к эволюционному тупику, мы, во-первых, лучше поймем место человека во Вселенной и, во-вторых, объясним, почему не наблюдаются космические чудеса. А это совсем не мало...

# К вопросу о контактах (вместо заключения)

Пьер Гассенди (1592-1655):

Обитатели иных миров по природе своей отличны от земных тварей в гораздо большей мере, чем отличаются между собою существа нашего мира.

Причем понять этого мы не можем точно так же, как не могут понять условий нашего существования и жители иных миров в том случае, если допустить, что они твари разумные.

# К вопросу о контактах (вместо заключения)

## Предположим:

- 1 имеется высокоразвитая цивилизация, не имеющая в своем распоряжении металлов;
- 2 эта цивилизация не потеряла интереса к внешнему миру и контролирует окружающее космическое пространство при помощи дистанционных и контактных методов исследования.

## Вопрос:

какими методами дистанционного и контактного исследования будет пользоваться эта цивилизация?

# Вывод

Думайте больше, думайте самостоятельно.  
Ничего не принимайте на веру. Вера - прерогатива религии, но не науки.

Во-первых, развитые мыслительные способности в жизни каждого конкретного человека могут принести только пользу.

Во-вторых, только в этом случае есть шанс, что поумнеет человечество в целом и тем самым избежит опасности самоуничтожения.

В-третьих, есть вероятность, что, только зарегистрировав высокую умственную активность Человечества, с ним может выйти на контакт внеземной Разум.