

## Предыдущие местные технологические виды

Джейсон Т. Райт

Департамент астрономии и астрофизики и  
Центр экзопланет и обитаемых миров  
525 Лаборатория Дэйви, Университет штата Пенсильвания, Юниверсити-Парк, Пенсильвания, 16802,  
США

Приглашенный доцент кафедры астрономии  
Прорывная лаборатория прослушивания  
501 Кэмпбелл Холл № 3411, Калифорнийский университет, Беркли, Калифорния, 94720, США  
PI, NASA Nexus for Exoplanet System Science

---

### Абстрактный

Один из основных открытых вопросов астробиологии заключается в том, существует ли существующая или вымершая жизнь где-либо еще в Солнечной системе. В большей части этой работы подразумевается, что мы ищем микробную или, в лучшем случае, неразумную жизнь, даже несмотря на то, что технологические артефакты найти гораздо проще.

Работа SETI по поиску инопланетных артефактов в Солнечной системе обычно предполагает, что такие артефакты могут иметь внесолнечное происхождение, хотя известно, что жизнь существовала в Солнечной системе, на Земле, на протяжении тысячелетий.

Но если бы в Солнечной системе когда-либо возникли предшествующие технологические, возможно, космические виды, они могли бы произвести артефакты или другие техносигнатуры, которые сохранились до наших дней, а это означает, что артефакт Солнечной системы SETI открывает потенциальный путь к решению вопроса астробиологии.

Здесь я обсуждаю происхождение и возможные места расположения техносигнатур такого рода. *предшествующие местные технологические виды*, которая могла возникнуть на древней Земле или другом теле, таком как допарниковая Венера или влажный Марс. В случае Венеры появление ее глобальной оранжереи и потенциальное всплытие могло бы стереть все свидетельства ее существования на поверхности Венеры. В случае с Землей эрозия и, в конечном итоге, тектоника плит, возможно, стерли большую часть таких свидетельств, если бы этот вид жил назад.

Можно ожидать, что оставшиеся местные техносигнатуры будут чрезвычайно старыми, что ограничивает места, где их все еще можно найти, под поверхностью Марса и Луны или во внешней Солнечной системе.

*Ключевые слова:* Астробиология, SETI, Венера, Марс, Солнечная система, Археология космоса

---

## 1. Поиски другой разумной жизни в Солнечной системе

Один из основных открытых вопросов в астробиологии заключается в том, существует ли жизнь за пределами Земли в Солнечной системе. Марс и ледяные спутники Юпитера и Сатурна часто называют, пожалуй, наиболее вероятными местами обнаружения существующей или вымершей микробной жизни, и много усилий было и будет затрачено на их исследование на предмет существования жизни. Менее часто упоминаемый, но также открытый вопрос, является *ли разумный* Жизнь за пределами нынешней Земли может существовать или существовала в Солнечной системе. Этот вопрос ставит определенные проблемы, поскольку техносигнатуры, создаваемые разумными видами, будут сильно отличаться от биосигнатур (и их может быть значительно легче обнаружить). Это лежит в основе радикально разных стратегий поиска между Поиском внеземного разума (SETI) и остальными видами. астробиология.

SETI обычно фокусируется на межзвездных радиосигналах или других исследованиях объектов за пределами Солнечной системы, однако почти так же давно ценится альтернативный путь поиска: поиск инопланетных артефактов. *в пределах* Солнечная система. Это была тема не только для научной фантастики (например, *2001: Космическая одиссея* Kubrick, 1968), но и в литературе SETI (например, Папаяннис, 1978; Freitas & Valdes, 1980; Freitas, 1983b; Gertz, 2016 и ссылки там). Действительно, кажущееся *недостаток* таких артефактов было использовано в качестве доказательства того, что человечество должно быть единственной космической цивилизацией в Галактике (Харт, 1975). Несмотря на утверждение Харта, мы вряд ли можем исключить такие артефакты в Солнечной системе, как продемонстрировали Фрейтас (1983а) и Хакк-Мисра и Коппарату (2012).

В этих дискуссиях предполагается, неявно или явно, что происхождение таких артефактов будет не просто внеземным (Наqq-Misra & Коррагари, 2012, называют их «неземными артефактами» (NTA)), но и внесолнечным. Но если такая технология будет открыта, нам следует рассмотреть возможность того, что ее происхождение находится в Солнечной системе и, возможно, на Земле.

В конце концов, учитывая, что тела в Солнечной системе находятся как минимум на пять порядков ближе, чем ближайшая звездная система, и учитывая, что мы знаем, что не только *ингредиенты* условий и условий для жизни, обычных для Солнечной системы, но одна из ее планет *известна* вести сложную жизнь, возможно, это *боле* скорее всего, их происхождение было местным, а не то, что инопланетный вид пересек межзвездное пространство и поместил его сюда. По крайней мере, относительная вероятность двух вариантов неясна.

В этой статье я обсуждаю возможность такого *предшествующие местные технологические виды*, Под этим я подразумеваю виды, которые являются аборигенными для Солнечной системы, производят техносигнатуры и/или совершали космические путешествия и в настоящее время вымерли или отсутствуют по каким-либо причинам.

Вопрос *опочему* этот вид не существует в Солнечной системе, не имеет отношения к большей части моего обсуждения, но его необходимо рассмотреть, по крайней мере, достаточно хорошо, чтобы доказать правдоподобность гипотезы. Самый очевидный ответ — это катаклизм, будь то природное событие, такое как падение астероида на уровне вымирания, или же вызванное самим человеком, например, глобальная климатическая катастрофа. В случае с предыдущими космическими расами, заселившими Солнечную систему, такое событие могло бы навсегда уничтожить этот вид только в том случае, если бы произошло много катаклизмов.

через Солнечную систему, близко разнесенные во времени (возможно, рой комет или межпланетная война), или если поселения не были полностью самодостаточными. Альтернативно, неожиданный близлежащий гамма-всплеск или сверхновая может привести к катаклизму всей Солнечной системы (Чиркович и Вукотич, 2016). Даже без катаклизма виды могли просто вымереть, или в какой-то момент стать навсегда нетехнологичными, или (рискуя совершить «монокультурную ошибку», Райт и др., 2014) по какой-то причине навсегда покинуть Солнечную систему. .

## 2. Уровень техники

Идея о том, что люди — не первый и не единственный технологический вид, возникший в Солнечной системе, очень стара. Во втором веке нашей эры Лукиан Самосатский писал (сатирически) о разумных нечеловеческих существах на Луне в Ἀληθῆ διηγήματα («Правдивая история»), а Вольтер (тоже сатирически) писал о разумных существах на Сатурне в «Микромегасе» (1752). Конечно, идея коренных марсианских цивилизаций пропитана научной фантастикой до уровня клише, но когда-то она также рассматривалась, по крайней мере, несколько серьезно в научных кругах, наиболее известный из которых Лоуэлл (1895), а также совсем недавно Шкловский и Саган (1998) (который предположил, что спутники Марса могут быть искусственными).

Поскольку тщательное исследование Земли и роботизированное исследование Солнечной системы не выявило на многих из этих тел явных городов или других признаков нечеловеческой цивилизации, идея других существующих технологических видов (соответственно) потеряла большую часть своего научного значения. валюта, но (что также справедливо) она не исчезла из научной литературы (например, Loeb & Turner, 2012, которые предлагают искать огни города на объектах пояса Койпера).

Хотя возможность *вымерший* аборигенные технологические виды гораздо труднее исключить, их довольно сложно найти в недавней рецензируемой литературе (а возможно, и вовсе отсутствовать). Это даже редкость в научной фантастике, хотя иногда и появляется там. Хотя применение этой идеи в научной фантастике обычно фантастическое, неясно, в какой степени существование таких видов в реальности допускается или запрещается доказательствами.

## 3. Земное происхождение

Учитывая, что известно, что на нем обитает сложная жизнь, наиболее очевидным источником происхождения любого предшествующего вида является Земля. Археология и палеонтология, не найдя доказательств существования такого предшествующего вида или его технологии, наложили строгие ограничения на то, когда он мог существовать, а также на долговечность его техносигнатур. Но как долго будут действовать такие доказательства?

---

<sup>1</sup>Например, в серии «Машины света» (MacLeod, 2010); «Далекое происхождение», (1997, Звездный путь: Вояджер3 сезон, 23 серия); Таверна Драко (Нивен, 2007), трилогия «Квинтальо Вознесение» (Сойер, 2007) и серия «Гиганты» (Хоган, 1977).

### *3.1. Минимальный возраст: сроки удаления техносигнатур*

Как недавно мог существовать такой вид? Дэвис (2012) и Шмидт и Франк (2017, в стадии подготовки) провели тщательный анализ проблемы, но для данной цели будет достаточно обрисовать ее в общих чертах.

Вопрос не в том, как долго в прошлом мы сможем обнаружить ископаемые останки этого вида (мы не знаем, как надежно измерить интеллект по окаменелостям костей), а в том, чтобы обнаружить недвусмысленные техносигнатуры.

В космических масштабах Земля весьма эффективно уничтожает свидетельства существования технологий на своей поверхности. Биодеградация может разрушить органический материал за считанные недели, а выветривание и другие формы эрозии разрушат большинство обнаженных горных пород и металлов за период от столетий до тысячелетий, если человеческая деятельность не сотрет их быстрее. В крайнем случае, некоторые особенно крупные и прочные сооружения в подходящих условиях — например, Великие пирамиды — могут просуществовать десятки тысяч лет.

Некоторые подписи прослужат дольше. Многие формы консервации — смола, лед, изолированные пещеры в засушливых регионах — могут работать в течение десятков тысячелетий, но все равно терпят неудачу в более длительных временных масштабах. Окаменение может воздействовать на физические части технологий в более длительные сроки. Горнодобывающая промышленность оставляет долгосрочные шрамы на местности, а также истощает запасы руды, и поэтому глобальная цивилизация, которая ценила, скажем, уголь или железо, может оставить истощение этих ресурсов, что было бы очевидно для геологов, на гораздо более долгое время, возможно, на миллионы лет. Окаменение или сохранение в янтаре может сохранить некоторые записи о живых существах на сотни миллионов лет, но это представляет собой небольшую часть поверхности Земли и, очевидно, не сохранит никаких техносигнатур.

Ядерная деятельность приведет к созданию не только неприродных короткоживущих изотопов, но и неприродных соотношений изотопов из стабильных дочерних продуктов распада, которые могут быть очевидны практически навсегда.

Человечество, по-видимому, оказало достаточное влияние на Землю, чтобы создать недвусмысленную геологическую запись своей технологической деятельности («антропоцен», например, Zalasiewicz et al., 2011). Таким образом, в геологических записях, вероятно, был бы замечен предшествующий вид с аналогичным эффектом.

Однако в масштабе сотен миллионов лет или триллионов лет тектоника плит уничтожит почти все свидетельства существования технологии вместе с корой, на которой она находится, полностью сотрет ее с поверхности. Части поверхности, избежавшие субдукции, также существенно изменяются в тектонических временных масштабах, поэтому регионы, до которых сегодня легко добраться, могли быть практически недоступными в то время, когда существовал предшествующий вид (например, под многокилометровым слоем льда), и поэтому их мало или вообще нет. признаки своей технологии.

Таким образом, современная обнаруживаемость техносигнатур во многом зависит от их возраста. Исторические записи свидетельствуют о том, что возраст любого такого вида составляет менее нескольких тысяч лет. Археология обнаружит техносигнатуры возрастом менее нескольких десятков тысяч лет. Геологическая летопись последних нескольких сотен миллионов лет могла бы показать отчетливый слой, если бы технология имела широкомасштабный геологический эффект, как это происходит у нас. Но помимо этого, в масштабах времени Бур изотопные или химические признаки технологий на поверхности Земли могут быть весьма тонкими и, возможно, ошибочно интерпретироваться как естественные, или вообще ничего не найти.

### 3.2. Максимальный возраст: совместимость с летописью окаменелостей

Тогда следующий вопрос: как *давно* ли такой вид существовать. Сложная жизнь стала обычным явлением на Земле после кембрийского «взрыва» около 540 млн лет назад; до этого летопись окаменелостей содержала только гораздо более простые организмы, такие как одноклеточные виды и их колонии. Тогда мы могли бы ожидать, что любой предшествующий разумный вид был не старше этого события.

Но нам, возможно, следует сохранять непредвзятость даже в отношении этого вывода. Мы связываем интеллект со сложной жизнью, которая развивает нервную систему с использованием биологических механизмов, возникших во время кембрийского взрыва, но, возможно, до этого колонии одноклеточных организмов были способны организовываться сложными способами, достигая того же эффекта. С другой стороны, возможно, в более отдаленном прошлом Земли, раньше, чем достоверна летопись окаменелостей, произошел «взрыв» биологической сложности, или который породил форму сложной жизни, которая практически не оставляет окаменелостей или вообще не оставляет их. Глобальный катаклизм (возможно, тот же самый, который уничтожил наши гипотетические виды) мог уничтожить всю прежнюю сложную жизнь, заставив биосферу «начать заново» с несколькими выжившими одноклеточными видами (возможно, на каменной «спасательной шлюпке»). выброшенный во время удара астероида, Wells et al., 2003). Тогда будет трудно найти первое поколение сложной жизни, поскольку доказательства его существования существуют только в самых древних породах, если вообще где-либо.

### 4. Другое происхождение

Современная Венера может показаться ужасным кандидатом на роль технологического вида с температурой поверхности более 700К, хотя, когда дело доходит до инопланетной жизни, мы должны относиться непредвзято даже к этому. В любом случае, радиолокационное картографирование его поверхности означает, что мы можем быть почти уверены, что на его поверхности нет никаких технологических видов. *сегодня* это порождает большие, очевидные топографические аномалии.

Но поверхность Венеры, толстая атмосфера и интенсивный парниковый эффект, возможно, не были древними (Басилевский и Хед, 1998). Возможно, были эпизоды катастрофического выхода на поверхность (Turcotte, 1993), уничтожающие все свидетельства существования предшествующей биосферы. Древняя Венера имела гораздо более тонкую атмосферу, когда Солнце было значительно слабее, а поверхность могла быть пригодной для жизни (Way et al., 2016).

Древний Марс, вероятно, имел жидкую поверхностную воду и мог быть пригоден для жизни. (Masursky et al., 1977; Pollack et al., 1987; Craddock & Howard, 2002; Squyres et al., 2004; Fassett & Head, 2008; Ramirez et al., 2014; Grotzinger et al., 2015) Таким образом, его часто считают наиболее вероятным местом для поиска доказательств внеземной жизни в Солнечной системе. Таким образом, после Земли она, возможно, является наиболее вероятным хозяином предшествующих местных технологических видов. Далее, ледяные луны и даже астероиды являются очевидными местами, где могли возникнуть разумные виды. В большинстве этих случаев вполне возможно, что доказательства существования этой или связанной с ней жизни все еще могут существовать. *на месте* (действительно, открытие такой жизни является главным приоритетом для астробиологов).

Следует отметить, что во всех случаях жизнь не обязательно имела независимое происхождение от жизни на Земле. Литопанспермия (распространение жизни среди тел в космосе через камни, выброшенные в результате ударов, Melosh, 1988; Worth et al., 2013), возможно, засеяла всю Солнечную систему жизнью из общего абиогенеза (который мог или не мог быть на Земле).

## 5. Техносигнатуры по всей Солнечной системе

Хотя все геологические записи о предшествующих местных технологических видах могут быть давно уничтожены, если бы эти виды путешествовали в космосе, технологические артефакты можно было бы найти по всей Солнечной системе.

Хакк-Мисра и Коппарату (2012) обсуждают некоторые трудности в оценке полноты нашего поиска артефактов Солнечной системы и приходят к выводу, что наша полнота очень низка. Учитывая, что артефакты предшествующих местных технологических видов могут быть очень старыми, вполне возможно, что любые оставшиеся техносигнатуры будет очень трудно найти.

Многие гипотезы о том, почему инопланетные артефакты могут существовать в Солнечной системе, связаны с системой, которая контролирует Солнечную систему или объявляет о себе («маяк», Burke-Ward, 2000; Haqq-Misra & Koppaaru, 2012, и ссылки там). Действительно, радиопрограмма SETI Breakthrough Listen включает астероиды в свой целевой список (Isaacson et al., 2017) по предложению Герца (2016).

В случае с предыдущими местными технологическими видами артефакты могли иметь совершенно другие цели, например, добычу полезных ископаемых на астероидах или поселение на других планетах и лунах. Ожидается, что такие структуры придут в упадок, особенно если их создатели отсутствуют. Учитывая большой промежуток времени, прошедший с момента появления на Марсе, Земле или Венере предшествующих местных технологических видов, вполне возможно, что любые артефакты таких видов уже давно вышли из строя. Это ограничивает возможности их обнаружения.

Рассмотрим техносигнатуры на Марсе. В отличие от Земли, ее поверхность древняя (Фарли и др., 2014) и поэтому может содержать очень старые артефакты. Однако он подвергается значительной эрозии из-за пыли и ветра, поэтому артефактам, возможно, придется находиться под поверхностью, чтобы выжить. В частности, крупные конструкции или артефакты могли быть погребены под пылью и в конечном итоге защищены от эрозии (хотя и не от сильных ударов). Таким образом, маловероятно, что артефакты будут заметны на космических снимках или даже при неглубоких исследованиях, выполняемых различными марсианскими марсоходами.

Артефактам на скалистых спутниках (включая нашу Дэвис и Вагнер, 2013) или на астероидах не нужно беспокоиться об эрозии из-за ветра или дождя, но микрометеориты (и более крупные тела) в конечном итоге «садят», разрушают и разрушают их в сроки, превышающие время Мисра, в зависимости от их размера и долговечности (Szalay & Hórány, 2016). Однако структуры, погребенные под поверхностями, могут выжить и быть обнаруженными до тех пор, пока они не претерпят настолько серьезного столкновения, что их искусственная природа будет уничтожена (простое их разрушение делает их нефункциональными, но они все равно могут быть узнаваемо технологичными). Мы могли бы предположить, что поселения или базы на этих объектах были построены под поверхностью по ряду причин и поэтому их можно обнаружить и сегодня.

Поверхности ледяных лун значительно моложе (например, Zahnle et al., 1998) и поэтому, вероятно, не будут хорошими местами для сохранения очень старых техносигнатур.

Свободно плавающие объекты, не рассчитанные на существование Мир-Гира в Солнечной системе, будут страдать от нескольких проблем. Если артефакты инертны и лишены движения, они будут подвержены динамическому хаосу Солнечной системы и давлению солнечной радиации. Большинство из немногих стабильных орбит, существующих во внутренней части Солнечной системы, не пусты, поэтому даже объекты на долговременных стабильных орбитах будут страдать от столкновений. Нынешнее отсутствие астероидов на большей части внутренней части Солнечной системы иллюстрирует, как эти процессы могут удалять объекты во временных масштабах Гуг. Таким образом, продолжительность жизни свободно плавающих артефактов будет зависеть от их размера и массы (что определяет их чувствительность к радиационному давлению), уровня защиты от столкновений и их местоположения, и все это влияет на частоту их столкновений. Артефакты в поясе Койпера могут сохраняться достаточно долго, чтобы их в конечном итоге обнаружили.

## 6. Выводы и будущая работа

Предыдущие местные технологические виды могли существовать в Солнечной системе. Учитывая следы, которые человеческие технологии уже запечатлели в нашей будущей геологической летописи, мы могли бы ожидать, что такой предшествующий вид на Земле окажет аналогичное влияние. Таким образом, изучение древнейших горных пород на Земле на предмет техносигнатур, включая неестественные соотношения изотопов, синтетические элементы или свидетельства добычи полезных ископаемых, может оказаться плодотворным занятием. Также возможно, что любые подобные виды, возникшие на Земле или Венере, не оставили никаких следов, которые мы когда-либо сможем обнаружить *на месте*.

Однако если такой вид путешествовал в космосе или возник где-то еще, существует больше возможностей для его открытия. Он мог бы оставить более однозначные техносигнатуры в виде артефактов под поверхностью Марса, скалистых спутников и астероидов или на орбитах внешней Солнечной системы, где их можно было бы обнаружить.

Такие открытия могут быть сделаны с использованием инструментов растущей области космической археологии (например, Горман, 2005), которая включает в себя поиск, нахождение и интерпретацию *человекартефактов* в космосе.<sup>2</sup> Такая работа включает в себя повторное открытие и идентификацию утерянных зондов и других космических человеческих артефактов либо в криминалистических целях (Абдрахимов и др., 2011; Тао & Muller, 2016; Wagner et al., 2017), либо даже случайно (Денисенко и Липунов, 2013).

Возможно, более вероятно, что изображения и подповерхностный радар, используемые для изучения геологии поверхности планет, могут обнаружить следы погребенных структур или других артефактов. Фотометрия и спектры астероидов, комет и объектов пояса Койпера могут выявить аномалии альбедо, формы, вращения, состава или другие аномалии, поскольку цели содержат или являются артефактами.

Дальнейшая работа по исключению или ограничению возможности появления предшествующих местных технологических видов будет основана на четком понимании условий в допарниковом прошлом Венеры и анализе Земли до кембрийского взрыва, который показал, что она, должно быть, была первой такой событие на Земле.

---

<sup>2</sup>Эта область шире и включает в себя понимание и сохранение мест на Земле, связанных с космическими путешествиями.

Дальнейшая теоретическая работа по предотвращению или ограничению присутствия свободно плавающих артефактов в Солнечной системе включает в себя определение того, где такие объекты могут безопасно вращаться вокруг Гира, особенно если предположить, что они обесточены, и каковы будут временные рамки их столкновений для разумного диапазона параметров защиты, размер и масса. Подобный анализ последствий столкновений был бы полезен для структур на поверхности Марса, Луны или астероидов или непосредственно под ними. Это может ограничить максимальный возраст конструкции данного размера или материала, которая не будет разрушена ударами.

## Благодарности

Я благодарю Майкла Омана-Рейгана, Эндрю Шеннона, Дженн Макалади, Стейнна Сигура.кссон, Маршаллу Перрену, Джеймсу Гильошону, Эрику Хаффу, Шону Домагал-Голдману, Дэвиду Гринспуну, Сету Притчарду, Джеффу Марси, Линди Элкинс-Тантон, Рамзесу Рамиресу, Наташе Баталье, Эмили Митчелл, Андреасу Мюллеру и Джулии Крегенов за предложения.

Центр экзопланет и обитаемых миров поддерживается Университетом штата Пенсильвания, Научным колледжем Эберли и Консорциумом космических грантов Пенсильвании. Это исследование было частично поддержано организацией Breakthrough Listen, частью инициатив Breakthrough Initiatives, спонсируемой Фондом Breakthrough Prize Foundation.

Рекомендации

Рекомендации

Абдрахимов А.М., Базилевский А.Т., руководитель JW, и Робинсон М.С. (2011). Места посадки «Луна-17/Луноход-1» и «Луна-21/Луноход-2» глазами камер Лунохода и ЛРО. В *Конференция по лунной и планетарной науке* (с. 2220). том 42 из *Лунный и Планетарный Ин-т. Технический отчет*. URL-адрес: <http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2011/pdf/2220.pdf>.

Базилевский А.Т. и Хед Дж.В. (1998). Геологическая история Венеры: Стратиграфический вид. *Журнал геофизических исследований: Планеты*, 103, 8531–8544. URL-адрес: <http://dx.doi.org/10.1029/98JE00487>. дои:10.1029/98JE00487.

Берк-Уорд, Р. (2000). Возможное существование внеземных технологий в Солнечная система. *Журнал Британского межпланетного общества*, 53, 2–12.

Чиркович М.М. и Вукотич Б. (2016). Долгосрочные перспективы: Смягчение последствий Перновая и гамма-всплески угрожают разумным существам. *Акта Астронавтика*, 129, 438–446. дои:10.1016/j.actaastro.2016.10.005. arXiv: 1611.06096.

---

<sup>3</sup><http://www.breakthroughinitiatives.org>

- Крэддок, Р.А., и Ховард, А.Д. (2002). Дело в дождях в теплую, влажный ранний Марс. *Журнал геофизических исследований (Планеты)*, 107, 21–1. doi:10.1029/2001JE001505.
- Дэвис, PCW (2012). Следы инопланетных технологий. *Акта Астронавтика*, 73, 250–257. doi:10.1016/j.actaastro.2011.06.022.
- Дэвис, PCW, и Вагнер, Р.В. (2013). Инопланетные артефакты на Луне. *Акта Астронавтика*, 89, 261–265. doi:10.1016/j.actaastro.2011.10.022. Searching for
- Денисенко Д. и Липунов В. (2013). MASDB2 идентифицируется с рукотворный объект. *Телеграмма астронома*, 5616. URL-адрес: <http://www.astronomerstelegram.org/?read=5616>.
- Фарли, К.А., Малеспин, К., Махаффи, П., Гротцингер, Дж.П., Васконселос, П.М., Милликен Р.Э., Малин М., Эджетт К.С., Павлов А.А., Гуровиц Дж.А. и др. (2014). Радиометрическое и экспозиционное датирование поверхности Марса in situ. *Наука*, 343, 1247166. doi:10.1126/science.1247166.
- Фассетт, К.И., и Хед, Дж.В. (2008). Время создания сети марсианских долин деятельность: Ограничения буферного подсчета кратеров. *Икар*, 195, 61–89. doi:10.1016/j.icarus.2007.12.009.
- Фрейтас, Р.А.-младший (1983a). Внеземной разум в Солнечной системе. Разрешение парадокса Ферми. *Журнал Британского межпланетного общества*, 36, 496–500.
- Фрейтас, Р.А.-младший (1983b). Если они здесь, то где они? Вопросы наблюдения и поиска. doi: 10.1016/0019-1035(83)90086-6. *Икар*, 55, 337–343.
- Фрейтас Р.А.-младший и Вальдес Ф. (1980). Поиск естественного или искусственного объекты, расположенные в точках либрации Земля-Луна. *Икар*, 42, 442–447. doi:10.1016/0019-1035(80)90106-2.
- Герц, Дж. (2016). Инопланетные зонды: глядя и сюда, и туда. *Электронные распечатки ArXiv*, arXiv: 1609.04635.
- Горман, А. (2005). Археология орбитального космоса. (с. 338). URL-адрес: <http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=045519755996948;res=IELENG>.
- Гротцингер, Дж.П., Гупта, С., Малин, М.К., Рубин, Д.М., Шиббер, Дж., Зиббах, К., Самнер, Д.Ю., Стэк, К.М., Васавата, А.Р., Арвидсон, Р.Э., Калеф, Ф., Эдгар Л., Фишер В.Ф., Грант Дж.А., Гриффс Дж., Ка, Л.К., Лэмб, М.П., Льюис, К.В., Мэнголд, Н., Минитти, М.Э., Палучис, М., Райс, М., Уильямс, РМЕ, Ингст, Р.А., Блейк, Д., Блейни, Д., Конрад, П., Крисп, Дж., Дитрих, В.Е., Дромарт, Г., Эджетт, К.С., Юинг, Р.К., Геллерт, Р., Хуровиц, Дж.А., Кокурек, Г., Махаффи, П., Макбрайд, М.Дж., МакЛеннан, С.М., Мишна, М., Минг Д., Милликен Р., Ньюсом Х., Олер Д., Паркер Т.Дж.,

- Ваниман Д., Винс Р.К. и Уилсон С.А. (2015). Отложения, эксгумация и палеоклимат древних озерных отложений, кратер Гейла, Марс. *Наука*, 350. doi:10.1126/science.aac7575.
- Хакк-Мисра Дж. и Коппарату Р.К. (2012). О вероятности не земные артефакты Солнечной системы. *Акта Астронавтика*, 72, 15–20. doi:10.1016/j.actaastro.2011.10.010. arXiv:1111.1212.
- Харт, Миннесота (1975). Объяснение отсутствия инопланетян на Земле. *КДЖРАС*, 16, 128.
- Хоган, Дж. (1977). *Унаследовать звезды*. Книга Дель Рей. Книги Баллантайна. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=en49Q415InQC>.
- Исааксон Х., Симион А.П.В., Марси Г.В., Лебофски М., Прайс, округ Колумбия, МакМахон Д., Крофт С., ДеБоер Д., Хикиш Дж., Вертимер Д., Шейх С., Хеллбург Г. и Энрикес Дж.Э. (2017). Прорыв в поиске разумной жизни: целевой выбор близлежащих звезд и галактик. *Электронные распечатки ArXiv*, arXiv: 1701.06227.
- Кубрик, С. (1968). *2001: Космическая одиссея*. Метро Goldwyn Mayer.
- Леб А. и Тернер Э.Л. (2012). Техника обнаружения искусственных иллюзий Объекты внешней Солнечной системы и за ее пределами. *Астробиология*, 12, 290–294. doi:10.1089/аст.2011.0758. arXiv: 1110.6181.
- Лоуэлл, П. (1895). *Марс*. Хоутон, Миффлин. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=w9JJAAAАМААJ>.
- Маклауд, К. (2010). *Цитадель космонавтов: вступительный роман в «Удивительном» Новая будущая история*. Двигатели Света. Том Доэрти Ассошиэйтс. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=NpgqRMefzwcC>.
- Мазурский Х., Бойс Дж. М., Дайал А.Л., Шабер Г.Г. и Стро-Белл, Мэн (1977). Классификация и время образования марсианских каналов по данным «Викинга». *Дж. Геофиз. Рез.*, 82, 4016–4038. doi: 10.1029/J5082i028p04016.
- Меллош, НД (1988). Тернистый путь к панспермии. *Природа*, 332, 687–688. doi:10.1038/332687a0.
- Нивен, Л. (2007). *Таверна «Драко»*. Том Доэрти Ассошиэйтс. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=WLuLgG6148IC>.
- Папаяннис, доктор медицины (1978). Мы все одни или они могут быть на астероиде? Пояс ? *КДЖРАС*, 19, 277.
- Поллак Дж. Б., Кастинг Дж. Ф., Ричардсон С. М. и Полякофф К. (1987). Доводы в пользу влажного и теплого климата на раннем Марсе. *Икар*, 71, 203–224. doi:10.1016/0019-1035(87)90147-3.

- Рамирес, Р.М., Коппарату, Р., Цуггер, М.Э., Робинсон, Т.Д., Фридман, Р. и Кастинг Дж. Ф. (2014). Потепление раннего Марса с помощью CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. *Природа*, 7, 59–63. doi:10.1038/ngeo2000. arXiv: 1405.6701.
- Сойер, Р. (2007). *Дальневидящий: Первая книга «Восхождения Квинтальо».* сион. Трилогия Квинтальо. <https://books.google.com/books?id=YiNTxagEg0AC>. Том Доэрты Ассошиэйтс. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=YiNTxagEg0AC>.
- Шкловский И. и Саган К. (1998). *Разумная жизнь во Вселенной.* Эмерсон-Адамс Пресс. URL-адрес: <https://books.google.com/books?id=QrnoPwAACAAJ>.
- Сквайрс, С.В., Гротцингер, Дж.П., Арвидсон, Р.Э., Белл, Дж.Ф., Кэлвин, В., Кристенсен, П.Р., Кларк, БК, Крисп, Дж.А., Фарранд, У.Х., Херкенхофф, К.Е., Джонсон, Дж.Р., Клингельхёфер, Г., Нолл, А.Х., МакЛеннан, С.М., Максуйн, ХАЙ, Моррис, Р.В., Райс, Дж.В., Ридер, Р. и Содерблом, Луизиана (2004). In-situ доказательства существования древней водной среды на Плануме Меридиана на Марсе. *Наука*, 306, 1709–1714. doi:10.1126/science.1104559.
- Салай-младший и Хораньи М. (2016). Получена скорость лунного метеоритного садоводства на основе измерений LADEE/LDEX на месте. *Геофиз. Рез. Летт.*, 43, 4893–4898. doi:10.1002/2016GL069148.
- Тао Ю. и Мюллер Ж.-П. (2016). Восстановление сверхвысокого разрешения, примененное к характеристика динамических изменений поверхности Марса. **В Тезисы совещаний AAS/Отдела планетарных наук** (п. 513.09). номер объем 48 из *Тезисы совещаний AAS/Отдела планетарных наук*.
- Теркотт, Д.Л. (1993). Эпизодическая гипотеза венерианского тектона. *ИКС. Журнал геофизических исследований: Планеты*, 98, 17061–17068. URL-адрес: <http://dx.doi.org/10.1029/93JE01775>. doi:10.1029/93JE01775.
- Вагнер, Р.В., Нельсон, Д.М., Плешиа, Дж.Б., Робинсон, М.С., Шпейерер, Э.Дж., и Мазарико, Э. (2017). Координаты антропогенных объектов на Луне. *Икар*, 283, 92–103. doi:10.1016/j.icarus.2016.05.011.
- Уэй, ЭмДжей, Дель Дженио, А.Д., Кианг, Нью-Йорк, Сол, Л.Е., Гринспун, Д.Х., Алейнов И., Келли М. и Ключ Т. (2016). Была ли Венера первым обитаемым миром нашей Солнечной системы? *Геофизические исследования Леттерры*, 43, 8376–8383. URL-адрес: <http://dx.doi.org/10.1002/2016GL069790>. doi:10.1002/2016GL069790.2016GL069790.
- Уэллс Л.Е., Армстронг Дж.К. и Гонсалес Г. (2003). Пересев ранней земли ударами возвращающихся выбросов во время поздней сильной бомбардировки. *Икар*, 162, 38–46. doi:10.1016/S0019-1035(02)00077-5.
- Уорт, Р.Дж., Сигурдссон, С., и Хаус, СН (2013). Посев жизни на Спутники внешних планет посредством литопанспермии. *Астробиология*, 13, 1155–1165. doi:10.1089/аст.2013.1028. arXiv: 1311.2558.

Райт Дж.Т., Муллан Б., Сигурдссон С. и Пович М.С. (2014). *Ġ Инфракрасный Поиск внеземных цивилизаций с большими запасами энергии. I. Предыстория и обоснование. АпДж, 792, 26. doi:10.1088/0004-637X/792/1/26. arXiv: 1408.1133.*

Занле К., Донс Л. и Левисон Х.Ф. (1998). Скорость образования кратеров на Галилее Спутники. *Икар, 136, 202–222. doi:10.1006/icar.1998.6015.*

Заласевич Дж., Уильямс М., Хейвуд А. и Эллис М. (2011). Антропоцен: новая эпоха геологического времени?