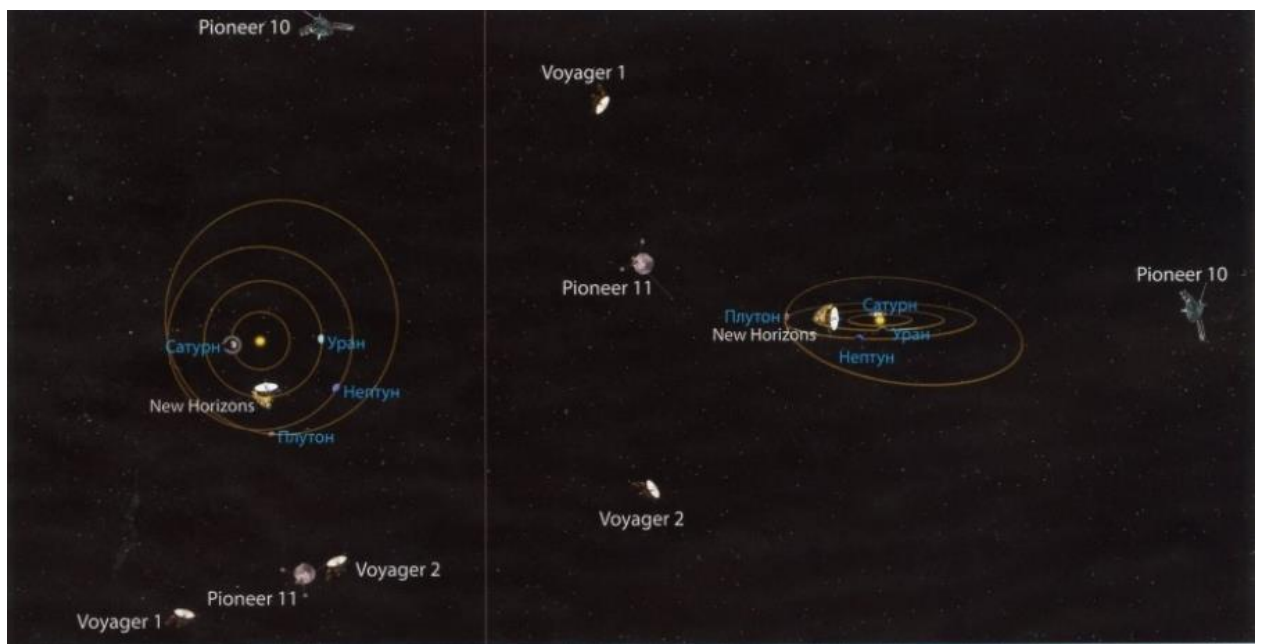


## «Вояджер» и «Пионер» - спутники покинувшие Солнечную систему



Покинуть Солнечную систему и улететь к звездам очень сложно. Сначала, истратив немало топлива, надо взлететь над Землей в космос. При этом ваша скорость относительно Земли может оказаться нулевой, но если вы взлетели вовремя и в нужном направлении, то относительно Солнца вы будете лететь вместе с Землей, с ее орбитальной скоростью относительно Солнца 30 км/с.

Вовремя включив дополнительный двигатель и увеличив скорость еще на 17 км/с относительно Земли, относительно Солнца вы получите скорость  $30 + 17 = 47$  км/с, которая называется третьей космической. Она достаточна, чтобы безвозвратно покинуть Солнечную систему. Но топливо для рывка в 17 км/с доставлять на орбиту дорого, и ни один космический аппарат до сих пор не развивал третью космическую скорость и не покидал Солнечную систему таким способом. Самый быстрый аппарат «Новые горизонты» полетел к Плутону, включив дополнительный двигатель на орбите Земли, но развил скорость только в 16,3 км/с.

Более дешевый способ покинуть Солнечную систему – разогнаться за счет планет, сближаясь с ними, используя их как буксиры и постепенно наращивая скорость около каждой. Для этого нужна определенная конфигурация планет – по спирали – чтобы, расставаясь с очередной планетой, лететь именно к следующей. Из-за медлительности самых далеких Урана и Нептуна такая конфигурация возникает редко, примерно раз в 170 лет. Последний раз Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун выстроились в спираль в 1970-е годы. Американские ученые воспользовались этим построением планет и отправили за пределы Солнечной системы космические аппараты: «Пионер-10» (Pioneer-10, стартовал 3 марта 1972 года), «Пионер-11» (Pioneer-11, стартовал 6 апреля 1973), «Вояджер-2» (Voyager-2, стартовал 20 августа 1977) и «Вояджер-1» (Voyager-1, стартовал 5 сентября 1977).

Все четыре аппарата к началу 2015 года удалились от Солнца на границу Солнечной системы. «Пионер-10» имеет скорость 12 км/с относительно Солнца и находится от него на расстоянии около 113 а.е. (астрономических единиц, средних расстояний от Солнца до Земли), что составляет приблизительно 17 млрд км. «Пионер-11» – со скоростью 11,4 км/с на расстоянии 92 а.е., или 13,8 млрд км. «Вояджер-1» – со скоростью около 17 км/с на расстоянии 130,3 а.е., или 19,5 млрд км (это самый далекий от Земли и Солнца объект, созданный людьми). «Вояджер-2» – со скоростью 15 км/с на расстоянии 107 а.е., или 16 млрд км. Но до звезд этим аппаратам лететь еще очень далеко: соседняя звезда Проксима Центавра находится дальше аппарата «Вояджер-1» в 2 000 раз. И не забывайте, что звезды маленькие, а расстояния между ними большие. Поэтому все аппараты, не запущенные специально к конкретным звездам (а таких пока нет), вряд ли вообще когда-нибудь пролетят рядом со звездами. Конечно, по космическим меркам «сближениями» можно считать: пролет «Пионера-10» через 2 миллиона лет в будущем на расстоянии несколько световых лет от звезды Альдебаран, «Вояджера-1» – через 40 тысяч лет в будущем на расстоянии двух световых лет от звезды AC+79 3888 в созвездии Жирафа и «Вояджера-2» – через 40 тысяч лет в будущем на расстоянии двух световых лет от звезды Росс 248.

Важно знать:

**Третья космическая скорость** – минимальная скорость, которую надо придать объекту около Земли для того, чтобы он покинул Солнечную систему. Равна 17 км/с относительно Земли и 47 км/с относительно Солнца.

**Солнечный ветер** – поток энергичных протонов, электронов и других частиц от Солнца в космическое пространство.

**Гелиосфера** – область пространства около Солнца, где солнечный ветер, двигаясь со скоростью порядка 300 км/с, является наиболее энергичной составляющей космической среды.

Все, что мы знаем о космосе за пределами Солнечной системы, мы узнаем, анализируя излучение (свет) и гравитацию космических объектов. При этом приходится делать много допущений. Например, массу черной дыры мы определяем, предполагая массы кружащих вокруг нее звезд. Их массы предполагаем, считая, что эти звезды похожи на Солнце.

«Пионеры» и «Вояджеры» – единственные пока эксперименты безо всяких допущений, организованные нами на краю (а в будущем – и за пределами) Солнечной системы. Прямой эксперимент – это совсем другое дело! Мы знаем массы этих аппаратов – мы их изготовили, поэтому мы точно вычисляем массу любого объекта, который влияет на аппараты. Вы скажете: «Таких нет, аппараты летят в межпланетной и межзвездной пустоте». Но оказалось, что это не пустота: даже пылинки, стучащие по аппаратам, существенно меняют их траекторию. В уникальных экспериментах всегда много мистики, ее полно и в истории «Пионеров» и «Вояджеров».

Первая странность: 15 августа 1977 года, за несколько дней до запуска максимально далеких аппаратов, был пойман самый загадочный радиосигнал «Wow!». Может быть, с его помощью инопланетяне сообщили друг другу о

важном событии – готовящемся выходе людей за пределы Солнечной системы?

### **Каких успехов достигли «Вояджер» и «Пионер» в пути на край Солнечной системы?**

По дороге на край Солнечной системы «Пионер-10» исследовал астероиды и стал первым аппаратом, пролетевшим около Юпитера. И сразу озадачил ученых: энергия, излучаемая Юпитером в космос, оказалась в 2,5 раза больше энергии, получаемой Юпитером от Солнца. А крупнейшие спутники Юпитера оказались состоящими не из камней, а преимущественно из льда. После 2003 года связь с «Пионером-10» потеряна. «Пионер-11» также исследовал Юпитер, а затем стал первым космическим аппаратом, исследовавшим Сатурн. В 1995 году связь с «Пионером-11» потеряна.

Аппараты «Вояджер» работают до сих пор и сообщают ученым о состоянии космоса вокруг них. После 41 года полета! (по состоянию на 2018 г). Это также можно считать мистикой, поскольку никто не рассчитывал на столь долгую работу: пришлось даже перепрограммировать счет времени внутри бортовых компьютеров «Вояджеров» – он не был рассчитан на даты после 2007 года. Внутри аппаратов энергию вырабатывают радиоизотопные генераторы, использующие ядерную реакцию распада плутония-238 – как в атомных электростанциях. Этой энергии должно хватить еще на десятки лет.

Основная аппаратура оказалась надежнее, чем предполагали создатели. Главная проблема – угасание радиосигналов связи с удалением аппаратов. Сейчас сигнал от аппаратов до Земли идет (со скоростью света) более 16 часов! Но антенны дальней космической связи, гигантские «тарелки» размером почти с футбольное поле, умудряются ловить сигналы «Вояджеров». Мощность передатчика «Вояджера» 28 Вт, примерно в 100 раз мощнее мобильного телефона. А падает мощность сигнала пропорционально квадрату расстояния. Легко сосчитать, что слышать сигнал «Вояджеров» – это как слышать мобильник с Сатурна (безо всяких станций сотовой связи!).

По пути на край Солнечной системы «Вояджеры» пролетели мимо Юпитера и Сатурна и получили детальные снимки их спутников. «Вояджер-2» пролетел, кроме того, мимо Урана и Нептуна, став первым и единственным пока аппаратом, посетившим эти планеты. «Вояджеры» подтвердили загадки, открытые «Пионерами»: многие спутники Юпитера и Сатурна, оказались не только ледяными, но и, видимо, содержащими водоемы подо льдом.

### **Граница Солнечной системы**

Границу Солнечной системы можно определять по-разному. Гравитационная граница проходит там, где притяжение Солнца уравновешивается притяжением Галактики – на расстоянии примерно 0,5 пк, или 100 000 а.е. от Солнца. Но изменения начинаются гораздо ближе. Мы точно знаем, что дальше Нептуна нет больших планет, но есть множество карликовых, а также кометы и прочие малые тела Солнечной системы, состоящие в основном из льда. Видимо, на расстоянии от 1000 до 100 000 а.е.

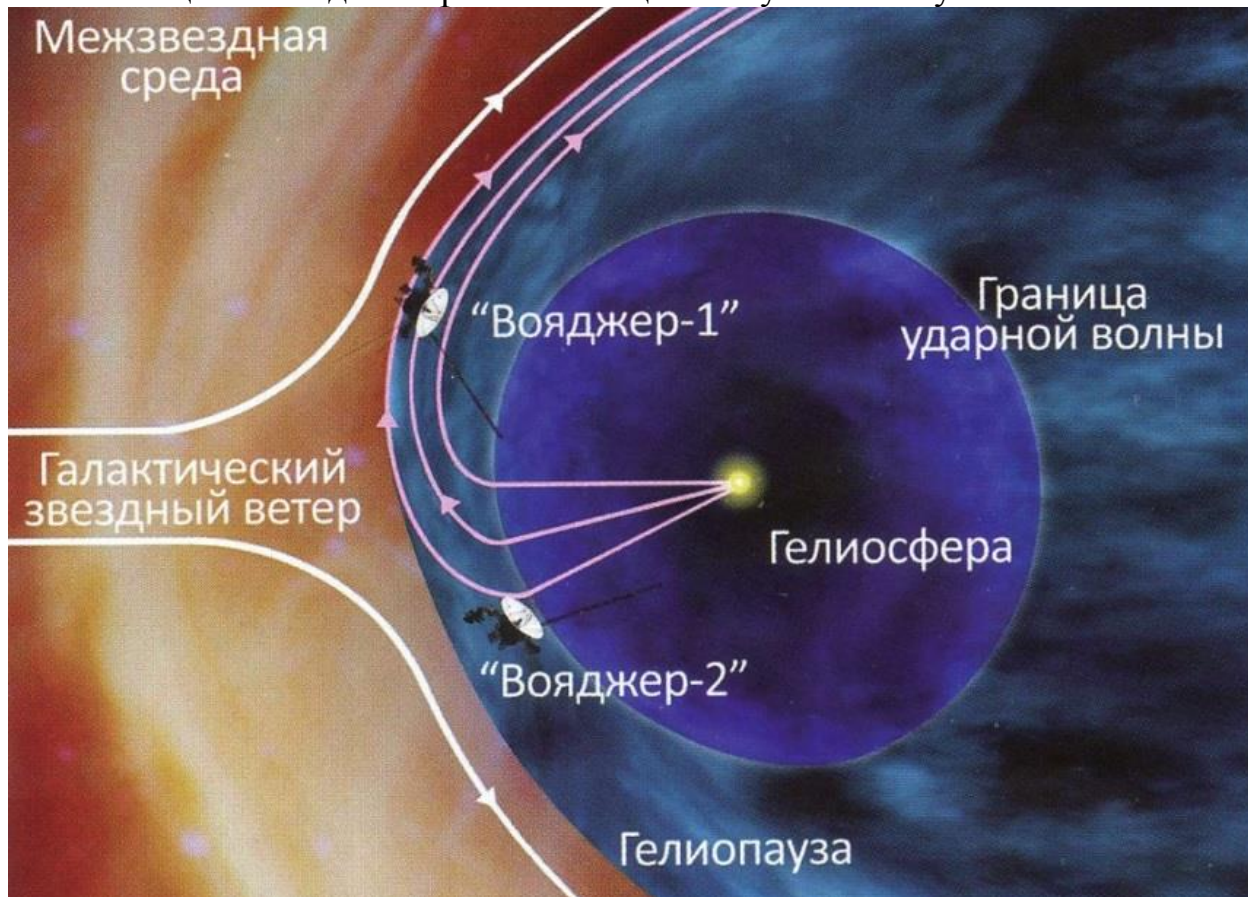
от Солнца Солнечную систему со всех сторон окружает рой комочков снега, комет – так называемое **Облако Оорта**. Возможно, оно простирается до соседних звезд. И вообще снежинки, пылинки и газы, водород и гелий, вероятно, являются типичными составляющими межзвездной среды. Это значит, что между звездами – не пусто!

Полезно знать:

**Граница ударной волны** – граничная поверхность внутри гелиосферы вдали от Солнца, где происходит резкое замедление солнечного ветра из-за его столкновения с межзвездной средой.

**Гелиопауза** – граница, на которой солнечный ветер полностью тормозится галактическим звездным ветром и другими компонентами межзвездной среды.

**Галактический звездный ветер (космические лучи)** – аналогичные солнечному ветру потоки энергичных частиц (протонов, электронов и других), возникающие в звездах и пронизывающие нашу Галактику.



Еще одну границу определяет солнечный ветер, поток энергичных частиц от Солнца: область, где он господствует, называется гелиосферой. Такой ветер создают и другие звезды, поэтому где-то солнечный ветер должен встречаться с налетающим на Солнечную систему объединенным ветром звезд Галактики – галактическим звездным ветром, или по-другому космическими лучами. В столкновении с галактическим звездным ветром солнечный тормозится и теряет энергию. Куда она девается, не совсем ясно. В этом



столкновении ветров должны возникать загадочные явления, с которыми в последние годы как раз встречаются аппараты **«Вояджер»**.

Как и ожидали ученые, на некотором расстоянии от Солнца солнечный ветер начал стихать – это так называемая граница ударной волны, граница гелиосферы. Аппарат **«Вояджер-1»** пересекал ее несколько раз, т.к. она оказалась очень запутанной. К декабрю 2010 года на расстоянии 17,4 млрд км от Солнца для «Вояджера-1» солнечный ветер стих совершенно. Вместо него почувствовалось мощное дуновение межзвездного, галактического ветра: к 2012 году в 100 раз возросло число электронов, сталкивающихся с аппаратом со стороны межзвездного пространства. Соответственно, проявился мощный электрический ток и создаваемое им магнитное поле. Видимо, «Вояджер-1» достиг гелиопаузы. Однако, вопреки ожиданиям, аппарат обнаруживает не четкую границу двух сталкивающихся потоков частиц, а хаотическое нагромождение огромных пузырей. Потоки частиц на их поверхностях создают мощные электрические токи и магнитные поля.

### **«Вояджер» и «Пионер» - послания инопланетянам**

Все упомянутые аппараты несут послания для инопланетян. На борту «Пионеров» закреплены металлические пластины, на которых схематически изображены: сам аппарат; в том же масштабе – мужчина и женщина; два атома водорода как мера времени и длины; Солнце и планеты (еще включая Плутон); траектория аппарата с Земли мимо Юпитера и своеобразная космическая карта, на которой показаны направления с Земли, 14 пульсаров и центр Галактики. Пульсары, быстро вращающиеся нейтронные звезды, в Галактике довольно редки, а частота их излучения является уникальной характеристикой, своеобразным «паспортом» каждого из них. Эта частота закодирована на табличке «Пионеров». Следовательно, космическая карта с пульсарами однозначно покажет инопланетянам, где в Галактике находится Солнечная система. Более того, со временем частота пульсара меняется вполне закономерно, и, сверив текущую частоту с указанной на карте, инопланетяне смогут определить, сколько времени прошло с момента запуска найденного ими аппарата «Пионер».

На борту аппаратов **«Вояджер»** установлены золотые пластинки в футлярах. На пластинках записаны звуки Земли (ветер, гром, сверчки, птицы, поезд, трактор и т.д.), приветствия на разных языках (по-русски «Здравствуйте, приветствую вас»), музыка (Бах, Чак Берри, Моцарт, Луи Армстронг, Бетховен, Стравинский и фольклор) и 122 изображения (по математике, физике, химии, планетам, анатомии человека, жизни людей и т. д. – полный список можно найти на сайте НАСА <http://yoyaeer.ipl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec.html>). Прилагается устройство для воспроизведения этих звуков и изображений. На футляре пластинок – рисунок, в котором закодированы: два атома водорода для масштаба времени и длины; та же космическая карта с пульсарами и объяснение, как воспроизвести звуки и изображения.

### **Аномалия «Пионеров»**

В 1997 году, через несколько месяцев после исчезновения сигнала «Пионера-11», один из ученых, анализируя данные, вскричал с кресла с криком: «Нас не пускают за пределы Солнечной системы!». Он обнаружил торможение аппарата после пересечения им орбиты Юпитера. У «Пионера-10» и долетавших до Юпитера аппаратов «Улисс» (Ulysses) и «Галилео» (Galileo) нашли такое же торможение. Только «Вояджеры» торможения не испытывали, поскольку при малейшем отклонении от графика полета разгонялись двигателями. Особый ажиотаж вокруг торможения «Пионеров» поднялся, когда выяснилось, что оно равно постоянной Хаббла, умноженной на скорость света. Выходит, что аппараты теряют энергию (тормозятся) точно так же, как частицы излучения (фотоны). И версия № 1: если фотоны теряют энергию из-за расширения Вселенной, значит, и «Пионеры» по той же причине. Другие объяснения: 2) ученые не учли какой-то вполне прозаичный источник потерь энергии (тогда, правда, совпадение с постоянного Хаббла чисто случайное) или 3) Вселенная наполнена субстанцией, отнимающей энергию при движении сквозь нее как у «Пионеров», так и у фотонов.

По космическим меркам «торможение «Пионеров» – очень маленькая величина:  $1/1\,000\,000\,000$  м/с<sup>2</sup>. Каждый сутки аппарат пролетает на 1,5 км меньше, чем положенный миллион километров! Чтобы это объяснить, ученые 15 лет пытались учесть все остальные потери энергии и вещества, все силы, действующие на аппараты. Но поиски объяснения № 2 провалились. Правда, американский ученый Слава Турищев обнаружил, что тепло рассеивается аппаратами преимущественно в сторону от Солнца, т.е. в тень, – это и является непосредственной причиной торможения «Пионеров». Частица теплового излучения (фотон) имеет импульс, следовательно, покидая объект, излучение создает реактивную тягу в противоположном направлении (на этом основаны проекты аннигиляционных фотонных двигателей для межзвездных ракет). Но загадкой осталось, ЧТО именно заставляет аппараты так рассеивать тепло? И главное – аппараты разной конструкции!

Анализируя, с чем вообще в, казалось бы, пустом космосе взаимодействуют аппараты, ученые обнаружили, что по ним довольно часто стучат космические пылинки и льдинки. Приборы смогли определять направление и силу этих ударов. Оказалось, что Солнечную систему пронизывают мелкие твердые частицы двух сортов: одни летят вокруг Солнца, другие – к Солнцу из межзвездных далей. Именно вторые тормозят космические аппараты. При ударе кинетическая энергия пылинки становится внутренней, т.е. – теплом. Если пылинка остановлена аппаратом (что логично), то весь ее импульс передается аппарату. А ее энергия рассеивается в направлении ее прилета, т.е. в направлении от Солнца. Аппараты зарегистрировали немало ударов сравнительно крупными пылинками – порядка 10 микрон. И для объяснения торможения «Пионеров» им достаточно стучаться о такие пылинки в среднем каждые 10 км пути. Именно такую плотность пыли в межзвездном космосе увидели современные инфракрасные телескопы.

Вообще внешние области Солнечной системы (за Сатурном) оказались запылены, заснежены и загазованы гораздо сильнее, чем внутренние. Около Солнца пылинки, снежинки и газ когда-то слиплись в планеты, спутники и астероиды. Немало вещества осело и на Солнце. Но большинство пылинок, льдинок и атомов газов было изгнано Солнцем на периферию системы. К тому же, на периферию проникает межзвездная пыль, рождающаяся в оболочках других звезд. Значит, за Нептуном и далее в межзвездном и межгалактическом пространстве пылинок, льдинок и газа должно быть еще больше. Вполне возможно, что межзвездная среда, равномерно заполняющая Вселенную, действительно отнимает энергию как у космических аппаратов, так и у фотонов. Основную роль при этом играют крупные (10 микрон) пылинки и льдинки, а также молекулы водорода, которые другим образом себя не проявляют.

Источник: <http://innotechnews.com/reviews/521-voyadzher-i-pioner-sputniki-pokinuvshie-solnechnuyu-sistemu>