

# Мальчик хочет на Марс, или Странные идеи Сергея Кириенко

В середине марта корпорация "Росатом" выступила с заявлением, весьма удивившим научное сообщество.

По словам представителей исследовательского центра "Росатома", корпорация готовит ядерный двигатель, при помощи которого астронавты смогут попасть на Марс за полтора месяца. Напомним, минимальное расстояние от Земли до "красной планеты" составляет 55 миллионов километров. Для того, чтобы преодолеть его за 45 суток, космический аппарат должен лететь с постоянной скоростью 14 километров в секунду, что на 20% превышает вторую космическую скорость.

Теоретически, подобная скорость вполне достижима и современными ракетами на химическом топливе. В космосе нет трения, поэтому ракете достаточно один раз развить скорость 14 километров в секунду, после чего двигатель может не работать до достижения цели. Однако современный уровень развития космической техники не позволяет нести достаточный запас топлива для путешествия в оба конца: практически все современные космические корабли представляют собой многоступенчатые ракеты, основные ступени которых сгорают еще в земной атмосфере.

К примеру, современный тяжелый космический корабль "Ангара-А5" способен нести с собой в межпланетный перелет лишь шесть тонн полезного груза, в который входят космонавты, система их жизнеобеспечения и топливо для обратной дороги. Между тем, при старте с Земли только для первой ступени "Ангара-А5" использует около 320 тонн топлива, и еще около 100 тонн для второй ступени. Для межпланетных перелетов существует замкнутый и пока неразрешимый круг: чем быстрее и дальше летит ракета, тем больше топлива ей придется взять, чем больше топлива несет ракета, тем больше она весит, чем больше она весит - тем больше топлива приходится брать.

Вследствие этого, существующий на сегодня расчетный срок доставки астронавтов на Марс с использованием ракеты на химическом топливе - около полутора лет. Основную часть этого срока составляет неспешное передвижение между двумя планетами по инерции.

"Росатом" никак не обозначил технические характеристики новой системы, однако в заявлении прозвучали слова о том, что двигатель будет представлять некий аналог реактора на тепловых нейтронах. Это означает, что реактор будет вырабатывать тепло, которое будет разгонять некое рабочее тело, осуществляя реактивное движение. Необходимо понимать, что сам по себе ядерный реактор не может создавать реактивное движение. При управляемой ядерной реакции может выделяться большое количество нейтронов, однако создание реактивного двигателя на потоке нейтронов связано с серьезными техническими проблемами, в частности, такими, как отражение нейтронов. В то же время нейтроны могут разгоняться магнетроном, работающим от того же ядерного реактора, что дает определенные перспективы для такого двигателя, несмотря на его незначительную (пока) мощность.

Собственно, ядерные реакторы на космических аппаратах не являются новинкой. Еще в 1965 году в США был запущен в космос экспериментальный ядерный реактор SNAP-10A мощностью 650 ватт. Реактор использовался, в частности, для работы **ионного двигателя** (о нем чуть ниже). В 1970 году в СССР началось использование космических ядерных реакторов "Бук" мощностью 3 киловатта. В 1978 году разведывательный спутник "Космос-954" с реактором "Бук" на борту упал на территорию Канады, вызвав мощное радиоактивное заражение части Северо-Западных территорий. В некоторых точках падения остатков спутника уровень радиации достигал 200 рентген в час - однозначно смертельная доза для человека. В 1987 году в СССР был запущен космический аппарат "Космос-1818" с ядерной установкой на борту "Топаз-1" мощностью 6,6 киловатт.

Ядерные реакторы на борту космических кораблей используются для питания бортовой аппаратуры, а также

для работы ионных двигателей коррекции орбиты.

Отсутствие внятной информации о будущем ядерном двигателе открывает простор для воображения. И так, на каком принципе может работать будущий двигатель "Росатома"?

Это однозначно будет двигатель для перемещения в космосе, а не для вывода с поверхности Земли на околоземную орбиту. На текущий момент наука не знает других эффективных двигателей (за исключением двигателя Зубрина, о котором ниже), кроме химических, способных развить достаточную мощность для преодоления земного притяжения. В то же время для разгона в космическом пространстве достаточно даже небольшой мощности.

Рассмотрим существующие варианты таких двигателей.

**Ионный двигатель** - очень старая разработка, концепция которой была выдвинута еще в 1917 году. Принцип работы двигателя заключается в ионизации газа и его разгоне электростатическим полем. При этом, благодаря высокому отношению заряда к массе, становится возможным разогнать ионы до очень высоких скоростей - вплоть до 210 километров в секунду. Недостаток двигателя в его нынешних реализациях — очень слабая тяга. Несмотря на это, ионные двигатели уже около 30 лет используются в качестве маневровых в спутниках и космических станциях. Плюс ионного двигателя в том, что он может работать постоянно и в конечном итоге разогнать космический корабль до очень высокой скорости.

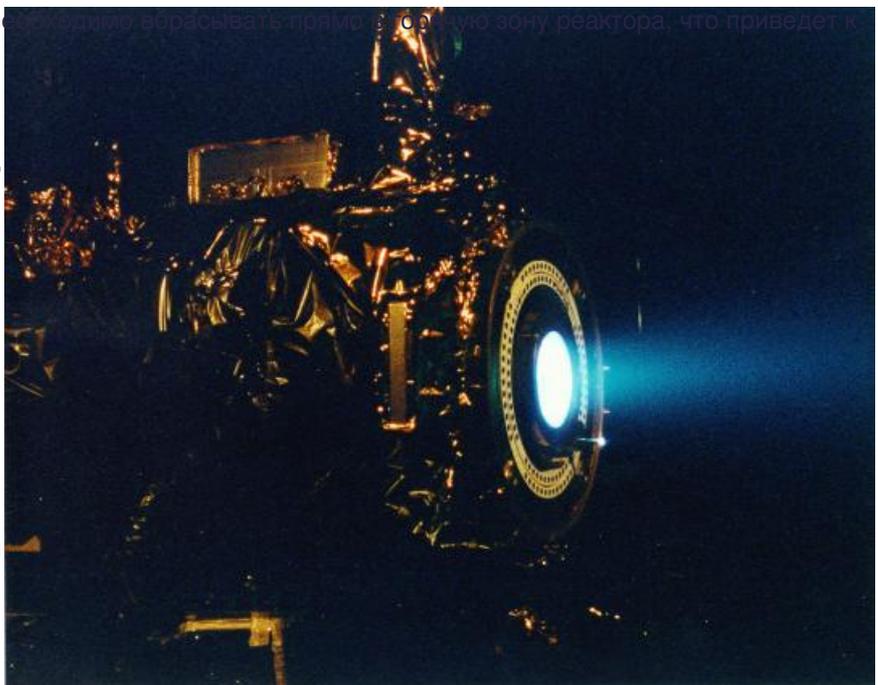


В 90-е годы XX века в США реализовывалась программа "Prometheus", предусматривавшая разработку ионной ядерной двигательной установки для космических аппаратов. Установка должна была состоять из ионного двигателя и компактного атомного реактора, поставляющего электроэнергию для двигателя. Мощность реактора предполагалась 250 киловатт. Предполагалось, что такие двигатели в количестве восьми штук могли бы разогнать аппарат до 90 километров в секунду.

В 2005 году на эту программу из бюджета США было истрчено 432 миллиона долларов, на 2006 год запрошено 320 миллионов. Ввиду высоких затрат, проект был закрыт.

**Газофазный ядерный двигатель**, или горячий плазменный двигатель - то, что могло бы стать альтернативой химическому двигателю даже для старта космического корабля с Земли. В теории, именно ядерный реактор может стать основой для такого двигателя. Ракетный химический двигатель работает на принципе сгорания топлива (обычно керосина) в окислителе (обычно жидком кислороде). За счет выброса продуктов горения топлива и происходит реактивное движение. Если в горячую зону ядерного реактора, которая чисто теоретически может достигать десятков миллионов градусов, вбросить газ, он мгновенно превратится в горячую плазму, за счет выброса которой будет осуществляться реактивное движение. Именно этот принцип мог бы полностью заменить химические ракетные двигатели, если бы не несколько "но".

Для эффективного теплообмена газ необходимо вбрасывать прямо в горячую зону реактора, что приведет к ионизации плазмы и выбросу огромного объема радиоактивных элементов в атмосферу Земли. Это совершенно недопустимо на планете, однако в космосе никаких проблем с этим нет. Кроме того, в обычных ядерных реакторах в промежутках между топливными сборками с двуокисью урана находится вода, являющаяся замедлителем нейтронов. В варианте же двигателя на горячей плазме такого замедлителя нет, что может создать сложности с управлением и, главное, безопасностью. Двигатель на горячей плазме действует на том же принципе, который лежал в основе Чернобыльской катастрофы - только процесс является управляемым.



Третьей проблемой является необходимость искусственного ограничения температуры двигателя - при температуре более двух с половиной тысяч градусов, что не так уж много для горячей плазмы, начнут плавиться топливные сборки.

К преимуществам газозарядного ядерного двигателя (как и остальных, которые мы рассмотрим далее) можно отнести экономию топлива, которая может оказаться весьма существенной, а также высокую скорость истечения плазмы - до 50 километров в секунду.

**Холодный плазменный двигатель** (или плазменный инжектор) отнюдь не является новинкой или открытием. Исследования принципа действия этого двигателя начались в 1907 году, сам двигатель был разработан в СССР еще в 60-е годы XX века, а первые успешные испытания прошли в 1971 году на спутнике "Метеор-10".

Принцип действия двигателя следующий: инертный газ типа ксенона подается через металлический кольцевой анод с отверстиями в двустенную (кольцевую) керамическую газоразрядную камеру, на выходе которой установлен полый газоразрядный катод-компенсатор для эмиссии электронов. В керамической газоразрядной камере внутренний и наружный полюса электромагнита создают радиальное магнитное поле в несколько сотен Гаусс, нарастающее вдоль камеры и быстро спадающее за её пределами. Если между анодом и катодом-компенсатором приложить постоянное напряжение в несколько сотен Вольт, то в газоразрядном канале зажигается разряд и ксенон ионизируется, создавая плазму. Поток ускоренных ионов, вылетающих из газоразрядной камеры, создаёт реактивную тягу двигателя. Вместе с ионами из плазменного двигателя уходит равный им по величине поток электронов из катода-компенсатора.

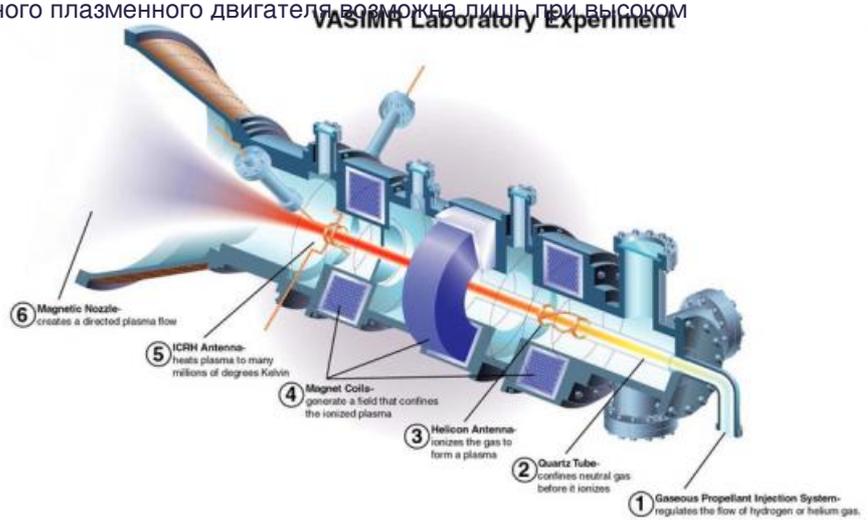


Упрощенно говоря, если в горячем плазменном двигателе газ разгоняется высокой температурой активной зоны реактора, то в холодном плазменном двигателе он разгоняется электромагнитным полем.

Недостаток холодного плазменного двигателя - низкая тяга.

**Компромиссный плазменный двигатель**, или электротепловой плазменный ускоритель, придуман в 1979 году американским астрономом-физиком Франклином Чанг-Диасом. В настоящее время этот двигатель известен как проект VASIMR. Ионы в этом двигателе сразу же проходят через магнитное сопло быстрее времени, необходимого для достижения термодинамического равновесия. Практически вся энергия в ионной циклотронной волне будет равномерно распределена в ионизированной плазме за один проход в циклотронном абсорбционном процессе. Это позволяет ионам покинуть магнитное сопло с очень узким распределением энергии, что дает упрощенное и компактное распределение магнитов в двигателе.

Высокая эффективность компромиссного плазменного двигателя возможна лишь при высоком энергопотреблении, который и способен дать бортовой ядерный реактор. Порядок энергии потребляемой прототипом двигателя, разработанного компанией "Ad Astra Rocket Company" - в районе 200 киловатт. Именно этот двигатель весом 300 килограммов предполагается в скором будущем установить на МКС.



Удивительное совпадение, но компания "Ad Astra Rocket Company" в 2015 году выиграла тендер на сумму 10 миллионов долларов на постройку двигателя VASIMR для космического корабля на Марс. Ориентировочное время полета к "красной планете" - 40 суток.

**Двигатель Зубрина** - ядерный ракетный двигатель на гомогенном растворе солей ядерного топлива. В таком двигателе ядерное топливо (высокообогащенный по урану-235 водный раствор тетрабромид урана) играет одновременно и роль рабочего тела. Для такого раствора критическая масса урана-235 составляет несколько десятков килограммов. Топливо из емкостей, снабженных мощными замедлителями для предотвращения взрыва, подается в камеру "сгорания", по сути ядерный реактор, с такой скоростью и в таком количестве, чтобы начавшаяся в камере цепная реакция достигла своего максимума на выходе из камеры. В сущности, непосредственно за соплом корабля создается постоянный медленный ядерный взрыв. Высокая температура в зоне этого "взрыва" создает мощный поток высокотемпературного газа.

Очевидно, что при существующем развитии техники управление таким двигателем представляет очень серьезную проблему. Ведь малейшая ошибка приведет к ядерному взрыву. Тем не менее, такой двигатель, при его высокой экономичности, создает мощную тягу - до 13 тысяч ньютонов.

К недостаткам конструкции можно отнести расточительный расход ядерного топлива, высокие требования к конструкционным материалам сопла, высокорadioактивный факел двигателя.

По всей видимости, в заявлении Росатома речь идет о проекте с длинным названием "Первая космическая ядерная электродвигательная установка мегаваттного класса". Этот проект с 2009 года разрабатывается в НИКИЭТ - дочерней структуре ОАО "Атомэнергпром".

Из того, что на сегодня известно о разработке, следует, что речь идет о газофазном ядерном двигателе. Двигатель состоит из трех основных устройств: реакторной установки с рабочим телом и вспомогательными устройствами, такими как, теплообменник-рекуператор и турбогенератор-компрессор, электроракетной двигательной установки и холодильника-излучателя.

Двигатель будет работать только в космосе, так как он обеспечивает радиационную безопасность только экипажа, но не окружающей среды. Топливом для него служит диоксид или карбонитрид урана (как в обычных ядерных реакторах), но уран имеет более высокое обогащение по изотопу 235.

Газовый теплоноситель в активной зоне реактора будет нагреваться до температуры 1500 градусов, что увеличит тягу в 20 раз в сравнении с обычными химическими двигателями. В качестве рабочего тела используется смесь гелия и ксенона.

Проект является крайне амбициозным и позволит, по утверждению его разработчиков, вывести Россию "на лидирующие позиции в создании высокоэффективных энергетических комплексов космического назначения, способных решать широкий спектр задач в космосе, таких как исследование Луны и дальних планет с созданием на них автоматических баз." На обещания уже повелось российское правительство: в 2010 году президент России Дмитрий Медведев, распорядился создать транспортный модуль на основе нового двигателя. Дата окончания работ над двигателем - 2018 год.

По информации, поступающей от разработчиков, известно, что технологические испытания корпуса реактора завершены. Реактор способен работать более 100 тысяч часов. Этого достаточно, чтобы аппарат достиг

границ Солнечной системы.

Недоумение наблюдателей вызывают несколько моментов.

В первую очередь это микроскопический бюджет проекта. С 2010 по 2018 год на проект выделяется всего 17 миллиардов рублей (242 миллиона долларов по текущему курсу). Для сравнения, только ракетная часть Комплекса сверхтяжелой ракеты-носителя NASA по смете будет стоить почти 10 миллиардов долларов.

Во-вторых, двигатель - это всего лишь двигатель. Для отправки экипажа к Марсу, о чем Сергей Кириенко говорит как о деле не только решенном, но и скором, необходим еще и принципиально новый космический корабль. На сегодняшний день Россия эксплуатирует в космических полетах ракетную технику серии "Союз", разработанную 50 лет назад. Новый проект "Федерация", который должен был прийти на смену "Союзам" балансирует на грани закрытия. Первый полет "Федерации" должен был состояться в 2018 году, теперь он перенесен на 2024 год. Еще в 2014 году близкие к космическим структурам эксперты прямо заявили, что при сохранении нынешних тенденций "Федерация" никогда не будет построена.

Предназначенная для "Федерации" ракета проекта "Русь-М" почилла в бозе еще в 2011 году из-за нехватки средств. Проектируемый комплекс ракет "Ангара" представляет собой все ту же кислородно-керосиновую ракету, что и "Союз". При этом на "Ангару" уже потрачено 160 миллиардов рублей, а завершение работ по ней пока еще в туманной дали.

Таким образом, для проектируемого "Росатомом" ядерного двигателя соответствующей ракеты нет даже в проекте. Вследствие этого смысл разработки совершенно неясен.

В третьих, открытым остается вопрос ядерной безопасности. Даже микроскопический реактор спутника "Космос-954" при падении произвел настоящую ядерную катастрофу. В случае аварии нового ядерного двигателя, эффект вполне может оказаться сравним с Чернобылем. Правда, действие международных ограничений распространяется только на ядерное оружие. Однако к моменту реализации нового двигателя такие ограничения могут появиться и в космической сфере.

Вполне вероятно, что на самом деле новый ядерный двигатель разрабатывается "Росатомом" исключительно для получения финансирования и поддержания корпорации на плаву. Известно достаточно подобных проектов корпорации, которые не закончились ничем - достаточно вспомнить амбициозный проект по созданию плавучих АЭС. В 2006 году Сергей Кириенко всячески рекламировал этот проект как один из способов решения энергетических проблем России. Несмотря на шапкозакидательские заявления, к 2010 году с огромными оставаниями от сроков на воду был спущен лишь один энергоблок, парогенерирующие блоки к нему были готовы лишь к 2013 году, ввод станции в эксплуатацию перенесен пока на 2018 год. Есть все основания полагать, что это будет первая и последняя плавучая станция "Росатома". При этом стоимость первого блока плавучей АЭС составила 16,5 миллиардов рублей. Установленная мощность станции - 35 мегаватт, срок ее службы - 36 лет.

Автор: Дмитрий Таевский  
© SmartBabr



НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ, ИНТЕРНЕТ И ИТ, МИР 4820 05.04.2016, 13:35 25

URL: <https://babr24.com/?ADE=270541> Bytes: 17565 / 16457 Версия для печати Скачать PDF

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

[newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)



Автор текста: **Дмитрий Таевский**, независимый журналист.

На сайте опубликовано **140** текстов этого автора.

#### НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24\\_link\\_bot](#)

Эл.почта: [newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)

#### ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: [bratska.net.net@gmail.com](mailto:bratska.net.net@gmail.com)

#### КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: [@bur24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [bur.babr@gmail.com](mailto:bur.babr@gmail.com)

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: [@irk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [irkbabr24@gmail.com](mailto:irkbabr24@gmail.com)

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: [@kras24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [krasyar.babr@gmail.com](mailto:krasyar.babr@gmail.com)

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: [@nsk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [nsk.babr@gmail.com](mailto:nsk.babr@gmail.com)

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: [@tomsk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [tomsk.babr@gmail.com](mailto:tomsk.babr@gmail.com)

[Прислать свою новость](#)

#### ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"  
Телеграм: @babrobot\_bot  
эл.почта: eqquatoria@gmail.com

#### **СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:**

---

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)