



НАУКА@ТЕХНИКА

12+

№ 11 (138)

НОБРЬ, 2017

www.naukatehnika.com

– ЖУРНАЛ для ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ –

СУДОСТРОЕНИЕ
ПЛАВУЧИЕ
МАЯКИ

ВИРТУОЗЫ ВОЗДУШНЫХ БОЕВ
НЕБО
НАД ХАЛХИН-ГОЛОМ

РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА
СУДЬБА
«МОРСКОГО
СТАРТА»

ГЕОГРАФИЯ
ЛИТЕРАТУРНОЕ
ПУТЕШЕСТВИЕ

ДИСКУССИЯ
О КОЛЬЦЕ
МЕБИУСА



**БЕСПИЛОТНЫЙ ПЕРЕЛЕТ
ЗЕМЛЯ – АЛЬФА ЦЕНТАВРА**

См. стр. 8

БЕСПИЛОТНЫЙ ПЕРЕЛЕТ ЗЕМЛЯ – АЛЬФА ЦЕНТАВРА

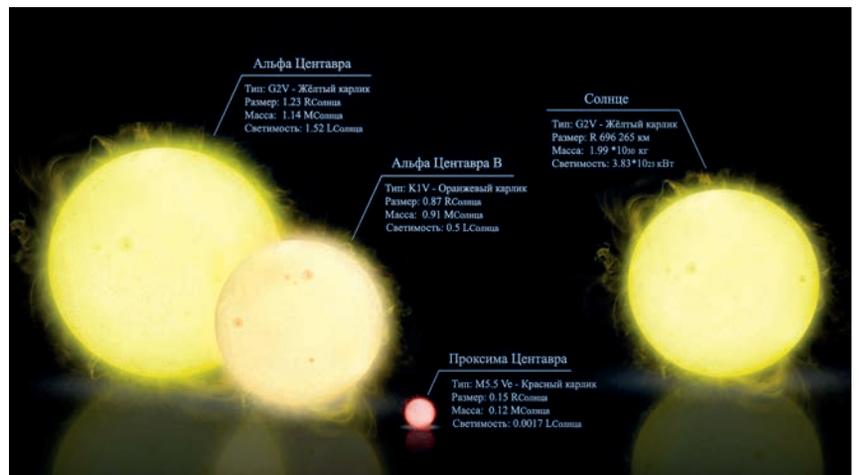
12 апреля 2016 г., в 55-ю годовщину полета Юрия Гагарина, миллиардер Юрий Мильнер, известный крупными вложениями в программы поиска внеземной жизни и внеземного разума, объявил о своем намерении финансировать проект Breakthrough Starshot, целью которого будет отправка космических аппаратов к ближайшей звезде Альфа Центавра (4,37 световых лет). Проект был поддержан знаменитым британским физиком Стивеном Хокингом. В совет директоров вошел также Марк Цукерберг, разработчик и основатель социальной сети Facebook.

В основу проекта была положена концепция Филипа Любина (Philip Lubin), астрофизика из Калифорнийского университета Санта-Барбары. Руководителем Breakthrough Starshot назначен Саймон Пит Уорден, ранее возглавлявший исследовательский центр имени Эймса NASA. Среди других участников проекта стоит, наверное, отдельно упомянуть Роальда Зиннуровича Сагдеева, специалиста по физике плазмы, бывшего директора Института космических исследований АН СССР. В свое время он стал академиком Академии наук СССР в возрасте 36 лет.

Если ориентироваться на обычный сегодняшний уровень космической техники, то кораблю потребуются десятки тысяч лет, чтобы добраться до Альфы Центавра. К тому времени вся информация, которую мы сможем оттуда получить, может стать абсолютно для нас неактуальной. Перспектива межзвездных перелетов все еще представляется фантастической в глазах множества уважаемых специалистов, но участники Breakthrough Starshot предложили принципиально иной подход к проблеме. Они надеются разогнать до околосветовых скоростей крохотный космический аппарат, весом порядка грамма,

который достигнет чужой звезды за 20 лет. Еще лет через пять мы узнаем, что он там обнаружил.

Надо сказать, что как раз в направлении уменьшения размеров космической (и не только) техники происходит сейчас настоящий прорыв, и ультрасовременный аппарат способен нести гораздо больше различных датчиков и приборов, чем равный по массе 10–15 лет назад. «Как вы видите, сегодня мы можем совместить в одном чипе несколько камер, батарею на радиоизотопе, процессоры, навигационное оборудование, коммуникационные лазеры и фотонные двигатели, включая структурные и защитные оболочки. И все это можно уместить в около 370 миллиграммов. Это то, что мы можем сегодня, и нам сегодня не нужны новые радикальные разработки. А вот то, что мы могли сделать 10–15 лет назад, было в 200 раз тяжелее», — говорит Мильнер. При этом процесс снижения массы в ближайшее время продолжится, ведь на авторов проекта рабо-



Система Альфа Центавра в сравнении с нашим Солнцем

тает закон Мура, который гласит, что количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца. Или, в более «модерновом» варианте, производительность процессоров должна удваиваться каждые 18 месяцев из-за сочетания роста количества транзисторов и увеличения тактовых частот процессоров. Правда, это не совсем закон, а, скорее, эмпирическое наблюдение, и он, говорят, скоро перестанет действовать. Но пока закон Мура выдерживается, и на него рассчитывают. Ожидают, что по сравнению с 2016 г. вес камер в 2030 г. снизится вдвое, процессоров и системы навигации — вчетверо, коммуникационных лазеров и фотонных двигателей — втрое. В 2030 г. аппарат, аналогичный по функциям такому, который в начале тысячелетия весил 84,955 грамма, будет весить всего 220 миллиграммов. Если же полезная нагрузка одного аппарата окажется слишком мала, в межзвездное пространство можно направить целый рой аппаратов, снабженных различными наноприборами. Обещают, что хотя вся разработка — процесс, мягко говоря, дорогостоящий, после его завершения стоимость каждого отдельного аппарата будет совсем невелика и каждого отдельного запуска тоже.

Рой миниатюрных зондов-исследователей будет двигаться к Альфе Центавра с помощью светового паруса толщиной в несколько сотен атомов и массой в несколько граммов. Источником светового луча будет наземная матричная система, состоящая из отдельных световых источников. В целом проект выглядит так: базовый корабль доставит на высокую земную орбиту около тысячи космических аппаратов массой 1 грамм каждый и запустит их один за другим. Нанозонды будут соединены сверхпрочными стропами с солнечными парусом, размерами около 4×4 м, толщиной 100 нм и массой 1 грамм. Затем наземные лазеры в течение 10 минут фокусируют на парусе луч мощностью 50–100 ГВт. Лазерная силовая установка представляет собой фазированную решетку из 20 млн небольших лазерных излучателей размером 1×1 км; с помощью фазирования (т. е. изменения фаз на каждом отдельном излучателе) предполагается сфокусировать излучение с длиной волны 1,06 мкм со всей решетки в пятно диаметром несколько метров на расстоянии до 2×10^6 км (пределная точность фокусировки 10–9 радиана). Это обеспечит ускорение около 30 000 g, за счет чего зонды достигнут целевой скорости в 20 % световой. У цели зонд маневрирует таким образом, что парус превращается в линзу Френеля, фокусирующую сигнал зонда в направлении Земли. Согласно оценкам, идеальная линза при идеальной фокусировке и идеальной ориентации усиливает сигнал мощностью 1 Вт до 1013 Вт в изотропном эквиваленте. Так что каждый крошечный космический аппарат будет передавать данные с помощью компактной системы лазерной связи на борту, используя собственный парус в качестве антенны. Через пять лет эти данные принимаются на



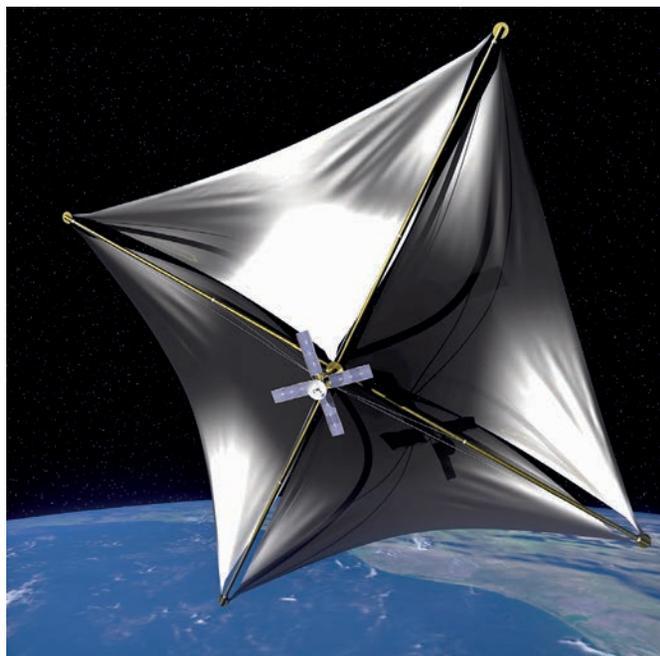
Юрий Мильнер и Стивен Хокинг

Земле с помощью той же лазерной системы. Возвращение же самих зондов не предполагается, так как система их торможения не предусмотрена.

Понятно, что система Альфа Центавра выбрана как ближайшая к Земле, но была еще одна причина, сделавшая ее привлекательной. Наша соседка состоит из двойных звезд А и В, которые обращаются вокруг общего центра тяжести на сравнительно небольшом расстоянии. Кроме того, в системе есть карликовая звезда Проксима, отделенная от этой пары расстоянием около 700 астрономических единиц. В 2013 г. астрономы заподозрили, что вокруг нее вращается каменная планета, находящаяся в пределах обитаемой зоны. Позже данные подтвердились, хотя и не железно. Позиция для наблюдения оказалась не очень удачной. Конечно, система TRAPPIST, о которой мы рассказывали нашим читателям в этом году в июньском номере журнала и которая включает по крайней мере четыре планеты в пределах обитаемой зоны, была бы в качестве цели еще более заманчивой, но 40 световых лет... Впрочем, если случатся новые открытия экзопланет поближе, цель миссии еще можно будет поменять. Ближайшие пять-десять лет участники проекта рассчитывают потратить на исследования реализуемости концепции, на что было выделено 100 млн долларов. Затем хотят привлечь дополнительное инвестирование, и году так к тридцать пятому — тридцать шестому воплотить проект в железе. На первый взгляд, это выглядит не хуже, чем Королев с Цандером, рассуждающие о космических полетах в 1931 г.



Решетка лазерных излучателей



Концепция солнечного паруса

Тем не менее возникает много вопросов, которые часто задаются в довольно резкой форме. Например, как сфокусировать всю мощность лазера на небольшой по площади парус? И что будет с парусом микронной толщины, когда на него упадет 50 ГВт лазерного излучения на квадратный метр площади? Даже если удастся задействовать пленку с необычайно высокой отражающей способностью, не наступят ли при такой плотности излучения всякие нелинейные эффекты, сводящие на нет полезный эффект отражения? Не возникнут ли неустраиваемые проблемы с космической связью? Не будут ли зонды разрушены в ходе путешествия? Не окажется ли в итоге проще получить качественное изображение прямо из Солнечной системы, развивая наблюдательные приборы?

Собственно, авторы проекта отнюдь не отрицают наличия всех этих проблем и готовятся их решать. Так, в рамках программы Breakthrough Starshot группа ученых из Гарвардского университета провела исследование возможных повреждений микрозондов от столкновения с космической пылью и даже частичками газа. Надо сказать, результаты вышли не слишком утешительные. Исследователи установили, что для миниатюрного аппарата, движущегося со скоростью лишь в пять раз меньшей, чем световая, риск разрушения от бомбардировки очень велик. Даже частички газа в межзвездном пространстве оставят на кремниевом корпусе вмятины глубиной до 0,1 мм, а микрократеры от космической пыли могут иметь глубину целых 0,5 мм. Кроме того, поверхность зонда разогреется и оплавится. Учитывая скромные размеры космического аппарата и большую длительность путешествия, такие столкновения могут его доконать значительно раньше, чем он достигнет цели. Но проблема в принципе решаема. К примеру, графитовый корпус значительно лучше сопротивляется бомбардировке газовыми частичками, чем кремниевые. В целом же надо думать о том, как снабдить зонды специальным амортизирующим покрытием, хотя это несколько увеличит их вес. А сколько подобных проблем еще будет...

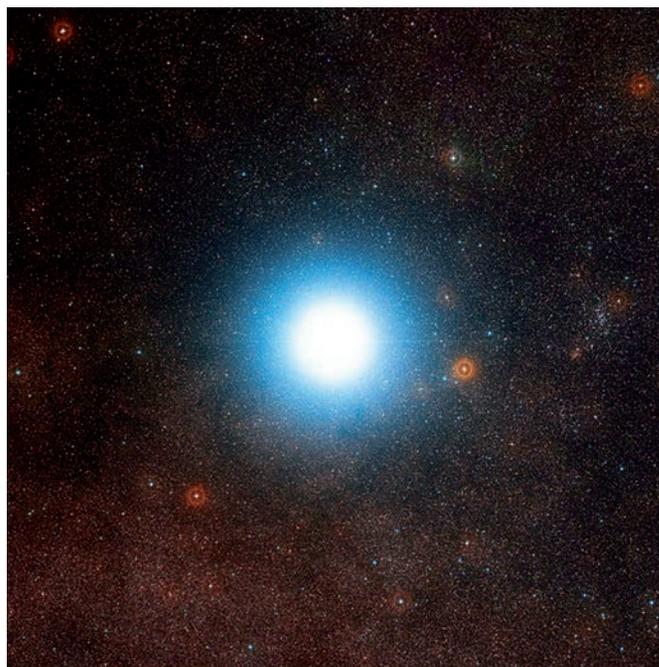
Но если проект хотя бы частично увенчается успехом, мы будем жить в совершенно другом мире. Вот

представьте сами: автоматический зонд «Кассини» стартовал в 1997 г. и достиг Сатурна в 2004 г. Он добрался до цели семь лет. Миссия «Розетта» (см. «НиТ» № 10, 2015) начала свой путь к комете Чурюмова-Герасименко в 2004 г. Встреча с кометой произошла через 10 лет, и команда исследователей чуть с ума не сошла в те ужасные несколько минут, когда им казалось: спускаемый аппарат «Филы» не сможет закрепиться на поверхности и уйдет в космос. 10 лет ожидания насмарку! И еще минимум 10 лет, чтобы исправить ошибку. На самом же деле — больше, потому что надо еще дождаться благоприятного момента для старта. Это при условии, что деньги на повторный эксперимент отстегнут сразу же, что вряд ли оказалось бы возможно. К счастью, аппарат был успешно посажен, за что отдельное спасибо Мэтью Тэйлору. Аппарат «Новые Горизонты» (см. «НиТ» № 3, 2016) добирался к Плутону девять с половиной лет, вел наблюдение за поверхностью девять дней и ушел дальше в трансплутоновые дали. Эти девять дней дали громадный материал для изучения, но когда мы снова сможем наблюдать столь детальные изображения бывшей девятой планеты, сказать не может никто. Если действовать старыми методами.

А миниатюрные космические парусники способны преодолеть расстояние до отдаленных планет за считанные дни. Скорость, с которой мы станем получать информацию об окружающем мире, возрастет колоссально.

Созданную в ходе Breakthrough Starshot лазерную систему можно применять и для других целей. Например, для испарения поверхности астероидов. Это может помочь при изучении их химического состава, не исключено — даже позволит менять траекторию движения опасных космических гостей. Увы, использование такого мощного агрегата может быть и не столь благостным, тут предстоит утрясать не только технические, но и политические проблемы.

Как бы там ни было, исследования в рамках Breakthrough Starshot запланированы многообещающие. Что-нибудь полезное человечество обязательно из них извлечет.



Альфа Центавра — ближайшая соседка Солнца