

За четверть часа до полуночи 21 июня 2003 года относительно спокойные волны Баренцева моря с шипением и грохотом расступились. Ракета-носитель "Волна" (конверсионный вариант межконтинентальной баллистической ракеты РСМ-50), выпущенная с атомной подводной лодки ВМФ России "Борисоглебск", взмыла в небо, унося вместо боеголовки небольшой, длиной всего 1 м и массой около 110 кг, космический аппарат Cosmos-1.

КОСМОС

Этот аппарат был довольно необычным. Во-первых, он был построен совместными усилиями НПО им. Лавочкина и Института космических исследований РАН на частные американские средства (к тому же добровольные пожертвования!). А во-вторых, должен был стать первым в мире настоящим солнечным парусником.

Фантастика

Идея о том, что свет может оказывать давление, приписывается Иоганну Кеплеру – на такую мысль

его навели в 1619 году развевающиеся хвосты комет при движении по околосолнечной орбите. В 1873 году Джеймс Максвелл, исходя из своей электромагнитной теории света, теоретически оценил величину этого давления, а в 1900 году наш соотечественник – знаменитый физик Петр Лебедев – сумел экспериментально обнаружить и измерить силу светового давления.

Первыми решили использовать солнечную тягу россияне – о солнечном парусе еще в 1913 году написал фантаст Борис Красногорский. В его романе "По волнам эфира" корабль "Победитель пространства" передвигался в космосе, используя солнечный свет и кольцевое зеркало из тончайших листов отполированного металла. А в середине 1920-х, тоже в России, за эту идею взялся ученый и изобретатель Фридрих Цандер, один из основоположников теории космических полетов и реактивных двигателей. В 1924 году он подал в Комитет по изобретениям авторскую заявку на космический

НА ЗЕРКАЛЬНЫХ ПАРУСАХ

Новый российский многоразовый космический корабль будет называться «Клипер». Но это название, обозначающее быстроходное парусное судно, больше подошло бы другому космическому аппарату

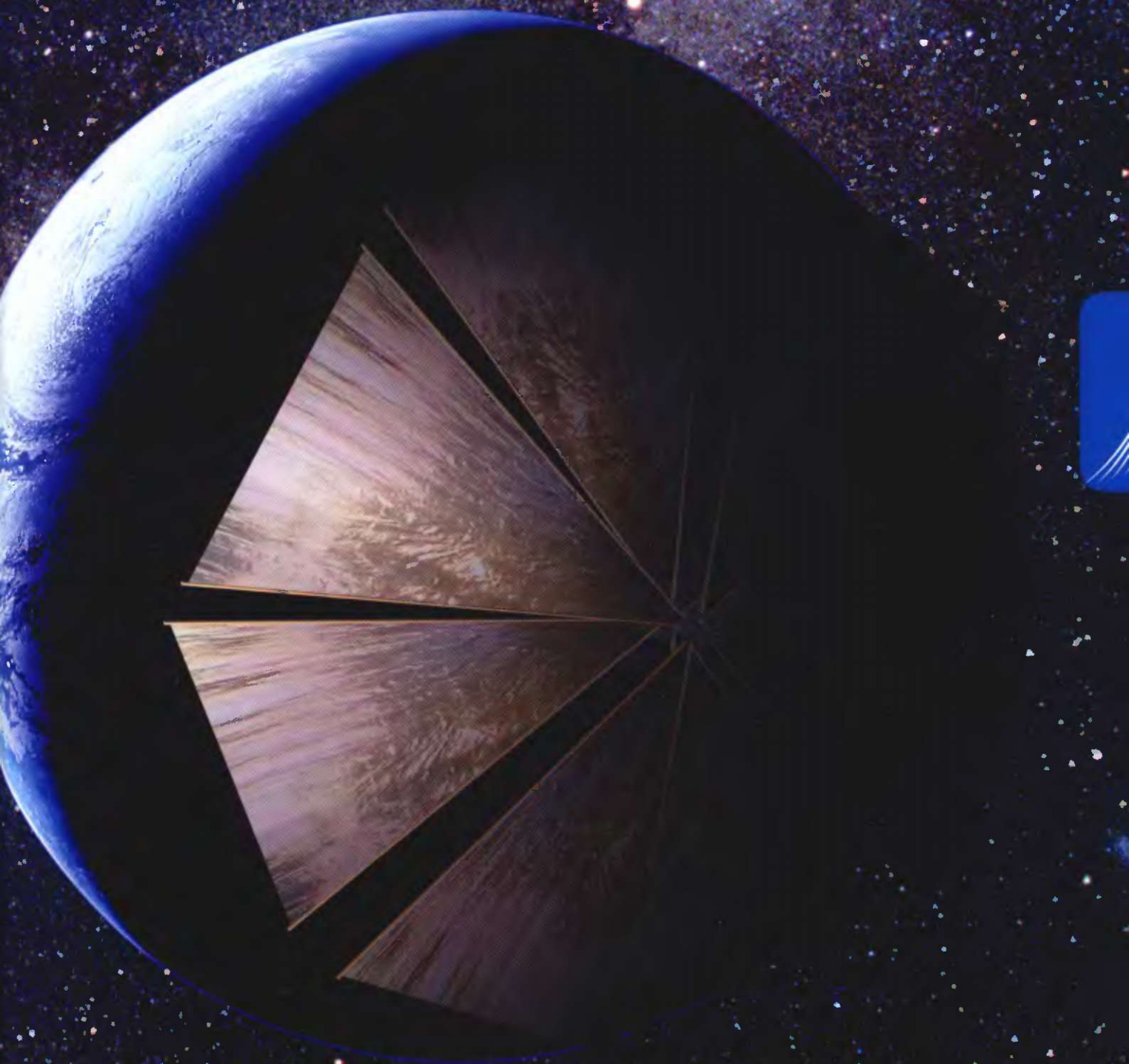


СХЕМА ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА COSMOS-1 С СОЛНЕЧНЫМ ПАРУСОМ



ОТДЕЛЕНИЕ
КОСМИЧЕСКОГО
АППАРАТА

ОТДЕЛЕНИЕ
ВТОРОЙ СТУПЕНИ

ОТДЕЛЕНИЕ
ПЕРВОЙ СТУПЕНИ

СТАРТ РАКЕТЫ-
НОСИТЕЛЯ "ВОЛНА"

АПЛ "БОРИСОГЛЕБСК"

самолет, который для передвижения в межпланетном пространстве использовал бы огромные и очень тонкие зеркала.

Тогда эту идею никто не воспринял всерьез – подходящих материалов и технологий просто не существовало. Но в 1960-х годах к солнечным парусам вновь вернулись фантасты (известный пример – рассказ Артура Кларка "Солнечный ветер"), а затем и инженеры. В 1970-х солнечный парус вполне серьезно рассматривался NASA как один из вариантов двигателя для зонда, отправляющегося на рандеву с кометой Галлея. От этой идеи по разным причинам отказались, но ее не забыли.

Российский вариант

В 2000 году в НПО им. Лавочкина и Институте космических исследований (ИКИ) РАН начались работы по программе КАСП (Космический аппарат "Солнечный парус"). Спонсировали проект Планетарное общество США, учрежденное в 1980-м тремя учеными – профессором Калтеха Брюсом Мюрреем, сотрудником JPL Луисом Фридманом и астрономом и писателем Карлом Саганом, и общественная организация Cosmos Studios, руководит которой Энн Дряян – вдова Карла Сагана.

Солнечный парус – это тонкая, 5 микрон толщиной, полиэфирная пленка, с "солнечной" стороны покрытая субмикронным слоем алюминия (коэффициент отражения 0,85). "Такая пленка достаточно прочна, но стоит ее повредить, например, микрометеоритом – и разрыв сразу же ползет по всей поверхности, – рассказал "Популярной механике" российский руководитель проекта Виктор Кудряшов. – Чтобы пленка не рвалась, ее



ОТДЕЛЕНИЕ
ЗАЩИТНОГО
КОЖУХА

РАСКРЫТИЕ ПАНЕЛЕЙ
СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ
И ОТДЕЛЕНИЕ
ДВИГАТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ

ОРИЕНТАЦИЯ
НА СОЛНЦЕ

РАСКРЫТИЕ СОЛНЕЧНОГО
ПАРУСА (62-Й ВИТОК –
ПЯТЫЕ СУТКИ ПОЛЕТА)

ПАРАМЕТРЫ ОРБИТЫ АППАРАТА COSMOS-1

ПЕРИГЕЙ 766 км | АПОГЕЙ 849 км | НАКЛОНЕНИЕ ОРБИТЫ 80 градусов
| ПЕРИОД ОБРАЩЕНИЯ 100,9 минуты | ВРЕМЯ ВЫВОДА НА ОРБИТУ
19 часов 46 минут по Гринвичу 21 июня 2005 года

армируют. В нашем случае полотно паруса было усилено узкими полосками специальной ленты, которая останавливает разрывы, не позволяя им 'ползти' через весь парус".

Среди возможных конструкций паруса в НПО им. Лавочкина остановились на 8-лепестковом "цветке". Каждый треугольный лепесток площадью 75 квадратных метров должен был разворачиваться и поддерживаться специальным пневмокаркасом, который приобретает жесткость после наполнения азотом. В сложенном виде лепесток помещается в контейнер размером с кирпич – сначала его вакуумируют, удаляя оставшийся воздух, а затем многократно сворачивают по специально разработанной схеме укладки. В раскрытом состоянии космический парусник представляет собой небольшую (1 м длиной) платформу, из которой "растут" 8 треугольных лепестков. "Для космического аппарата с солнечным парусом полет по околоземной орбите имеет свои особенности. В различные моменты времени он может быть освещен Солнцем или находиться в тени Земли. Для организации управления аппаратом планировалось, в частности, поворачивать лепестки паруса вокруг оси каждого из них", – говорит Виктор Кудряшов.

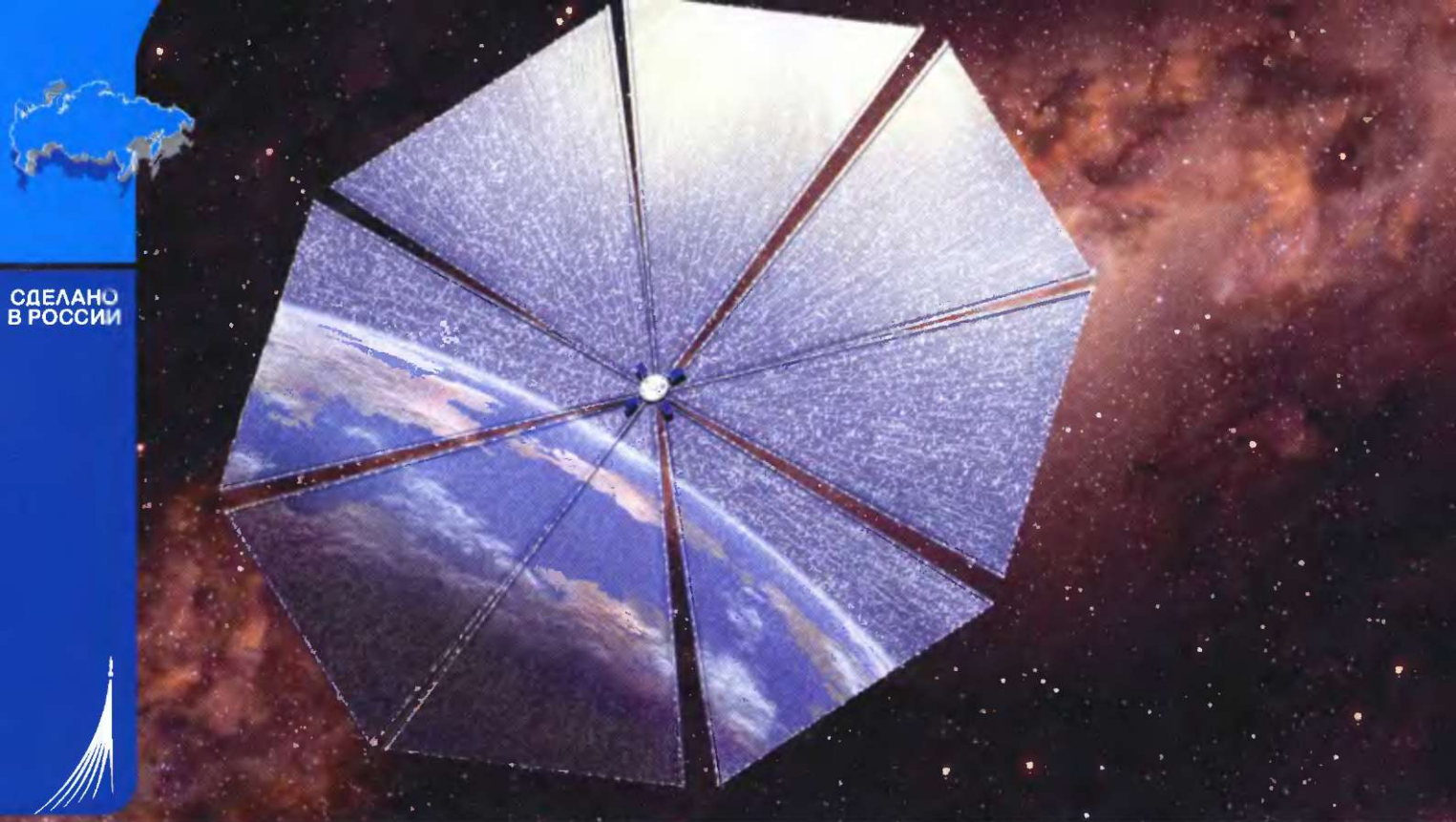
Межзвездные паруса

Зачем нужны солнечные паруса? Ведь их тяга очень мала (давление солнечного света на уровне земной орбиты на идеально отражающее зеркало площадью 1000 м² составляет всего 10 мН) и несравнима с мощными реактивными двигателями. Впрочем, двигатели на химическом горючем могут работать сотни секунд, плазменные двигатели – тысячи часов, и те и другие ограничены запасом рабочего тела. А вот паруса могут давать тягу, пока их поверхность освещена Солнцем (по прогнозам астрономов, это будет продолжаться еще около 5 миллиардов лет), и при этом не расходуется ни энергия, ни рабочее тело. Поэтому перед

солнечными парусами открываются блестящие перспективы.

К сожалению, полет солнечного парусника с экипажем на борту – пока дело отдаленного будущего. Но автоматические станции, оснащенные таким двигателем, – реальность ближайшего времени. Парусные аппараты вполне серьезно рассматриваются как зонды для полета к внутренним планетам Солнечной системы, к Плутону, к некоторым астероидам и кометам. Для продвижения ближе к границам Солнечной системы, где интенсивность солнечного света существенно снижается, уже появляются фантастические проекты орбитальных лазеров, "подталкивающих" парус.

На сегодняшний день космический аппарат с солнечным парусом способен решать не только научные задачи. Одним из его реальных прикладных применений может стать проект НПО им. Лавочкина и ИКИ РАН "Солнечная погода". Речь идет о 30-килограммовой космической обсерватории для наблюдения за Солнцем и предсказания магнитных бурь, размещаемой на расстоянии, например, три миллиона километров на линии Земля–Солнце. Это в два раза ближе к Солнцу, чем точка либрации (то есть гравитационного равновесия), в которой висит европейско-американская солнечная обсерватория SOHO. Используя парус площадью в 1000 квадратных метров, "Солнечная погода" будет компенсировать увеличение притяжения Солнца – это даст возможность предупреждать о магнитной буре за большее время, чем сейчас.



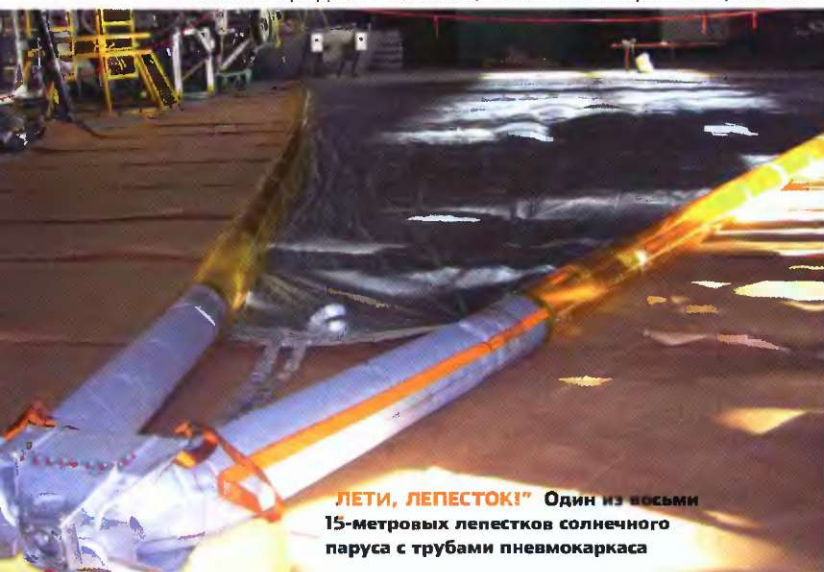
Сделаем это еще раз

Российскому солнечному парусу не повезло – на 83-й секунде полета в работе первой ступени “Волны” произошел сбой и ракета рухнула в море (такая же судьба постигла и прототип, тоже выводимый “Волной” – в 2001 году он должен был продемонстрировать возможность раскрытия двух “лепестков”). Однако директор проекта и исполнительный директор Планетарного общества США Луис Фридман не намерен бросать идею: “Случаются и неудачи. Но сразу после падения Cosmos-1 я начал получать сообщения от ученых, инженеров и просто энтузиастов, и все в один голос говорили: ‘Давайте сделаем еще один солнечный парус и запустим его!’”. Это вполне совпадает с нашими собственными планами. Конечно, скорее всего, ракету-носитель придется сменить, и мы сейчас рассматриваем

СМЕНА ГАЛСА

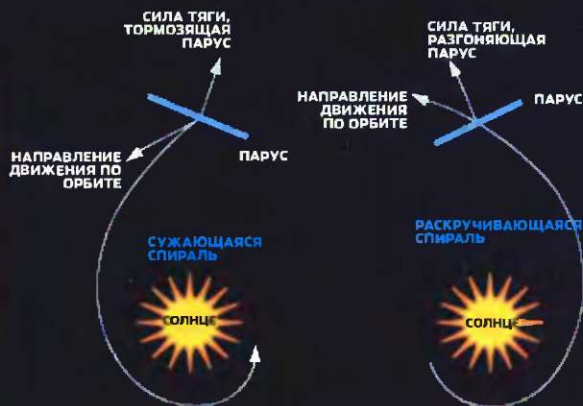
Механика солнечного парусника несколько отличается от морского. Команда идущего по воде парусного судна может умело использовать силу ветра (переставляя парус), а также силу реакции опоры (оперируя рулем), и таким образом маневрировать даже против ветра. Космический парусник лишен опоры, зато в его распоряжении давление света, гравитация и отсутствие сил

сопротивления. Казалось бы, солнечный парусник не может разогнаться “против света”, но, используя парус для коррекции орбиты при гравитационном маневре вокруг Солнца, такой аппарат способен значительно увеличить свою скорость. Сначала он “притормаживает” парусом, переходя на более низкую орбиту, а в перигелии “перекладывает” парус, начиная разгоняться.



ЛЕТИ, ЛЕПЕСТОКИ! Один из восьми 15-метровых лепестков солнечного паруса с трубами пневмокаркаса

ГРАВИТАЦИОННЫЙ МАНЕВР С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА



ТОРМОЖЕНИЕ ПАРУСОМ ПРИВОДИТ К ПЕРЕХОДУ НА БОЛЕЕ НИЗКУЮ ОРБИТУ

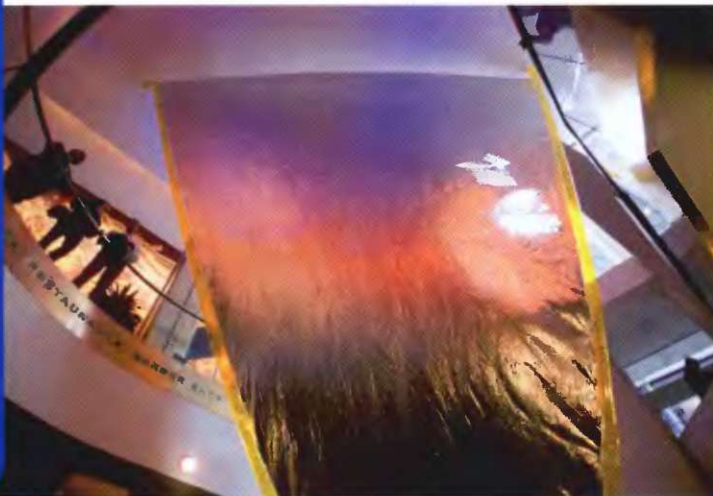
ГРАВИТАЦИЯ И СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ РАЗГОНЯЮТ ПАРУСНИК



СДЕЛАНО
В РОССИИ

два возможных варианта – ‘Союз-Фрегат’ и ‘Космос-3М’. Остается только найти средства – весь проект будет стоить около \$4 млн.”. Да и в НПО им. Лавочкина проблем с построением второго аппарата не видят. Так что, вполне возможно, уже в конце 2006 – начале 2007 года человечество впервые отправится в настоящее космическое плавание – под первым в мире солнечным парусом. **ПМ**

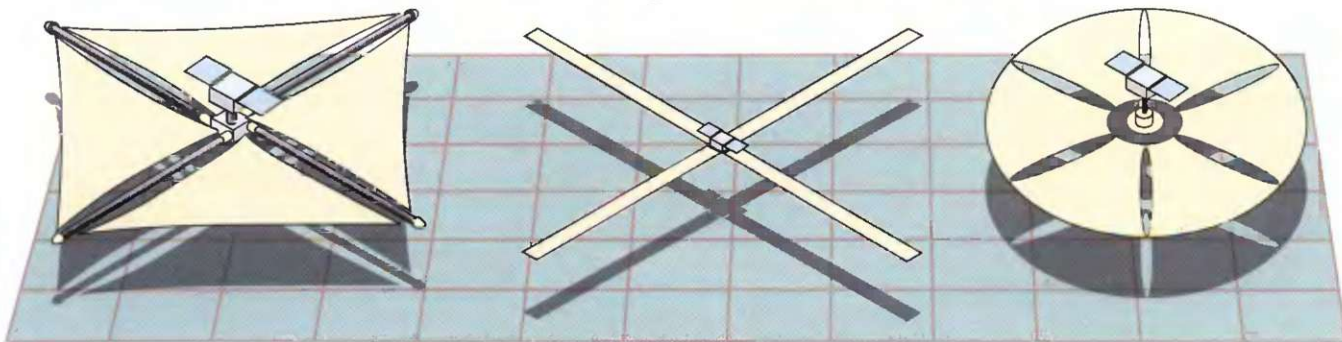
Дмитрий Мамонтов



СВЕТ И ВЕТЕР

Тягу солнечному парусу обеспечивают фотоны. При поглощении или отражении от солнечного паруса они передают свой импульс (в первом случае одинарный, во втором – двойной) космическому аппарату. Именно свет, а не солнечный ветер (в отличие от парусных судов, движимых ветром) и толкает космический парус. Солнечный ветер – это поток плазмы, относительно медленных (300–700 км/с) заряженных частиц, в основном протонов и электронов (встречаются ядра гелия и даже ионы более тяжелых элементов), связанных собственным магнитным полем. Солнечный ветер берет свое начало в короне и “дует” к границам Солнечной системы. Взаимодействуя с магнитным полем Земли, он вызывает северное сияние, с кометами – приводит к образованию их плазменных или ионных хвостов. Хотя солнечный ветер нельзя “запрячь” в паруса космических аппаратов из-за его крайней разреженности (давление примерно в тысячу раз меньше светового), любопытно, что именно он подсказал такой способ передвижения в космосе: в XVII веке Иоганн Кеплер в результате наблюдений за хвостами комет предположил, что парусные корабли смогут передвигаться в небесах.

ВОЗМОЖНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАРУСОВ



КВАДРАТНЫЙ ЧЕТЫРЕХСЕКЦИОННЫЙ ПАРУС, ПОДДЕРЖИВАЕМЫЙ “МАЧТАМИ” ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА

МНОГОЛОПАСТНЫЙ “ГЕЛИОЖИР”. ПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛОСЫ РАСКРЫВАЮТСЯ И СТАБИЛИРУЮТСЯ ВРАЩЕНИЕМ

БЕСКАРКАСНЫЙ ПАРУС, РАСКРЫВАЕМЫЙ И СТАБИЛИРУЕМЫЙ ВРАЩЕНИЕМ

П А Р У С А В М И Р Е

Консорциум “Космическая регата” (дочерняя структура РКК “Энергия”) 4 февраля 1993 года провел космический эксперимент “Знамя-2”, продемонстрировав возможность развертывания тонкопленочных конструкций за счет центробежных сил. На грузовом корабле “Прогресс М-15” было успешно развернуто 20-метровое зеркало. Следующий эксперимент, “Знамя-2,5”, 26 октября 1998 года был досрочно прекращен из-за ошибки в программе автоматического управления. Правда, целью этих экспериментов было не парусное “космоплавание”, а подсветка ночной поверхности Земли отраженным солнечным светом. В дальнейших планах – продолжение экспериментов в 2008 году.

17 декабря 1999 года немецкое космическое агентство DRL совместно с Европейским космическим агентством провели наземные испытания четырехсекционного 20-метрового солнечного паруса. Дальше этого дело пока не пошло,

но сейчас ЕКА рассматривает в числе прочих возможность запуска парусного зонда к Меркурию.

NASA уже продемонстрировало возможность раскрытия четырехсегментного паруса на масштабной 20-метровой модели летом 2004 года (в вакуумной камере исследовательского центра Гленна). К 2007–2008 годам агентство намеревается построить демонстратор технологии Space Technology 9 (ST9) в рамках программы New Millennium. А в далекой перспективе – послать межзвездный парусный зонд к границам Солнечной системы.

Институт космических исследований ISAS японского космического агентства JAXA 9 августа 2004 года продемонстрировал возможность открытия парусов в виде клеверного листа и пропеллера. 10-метровые паруса были раскрыты в ходе суборбитального полета – на высотах 122 и 169 км, а затем сброшены.