

# Большая Чистка

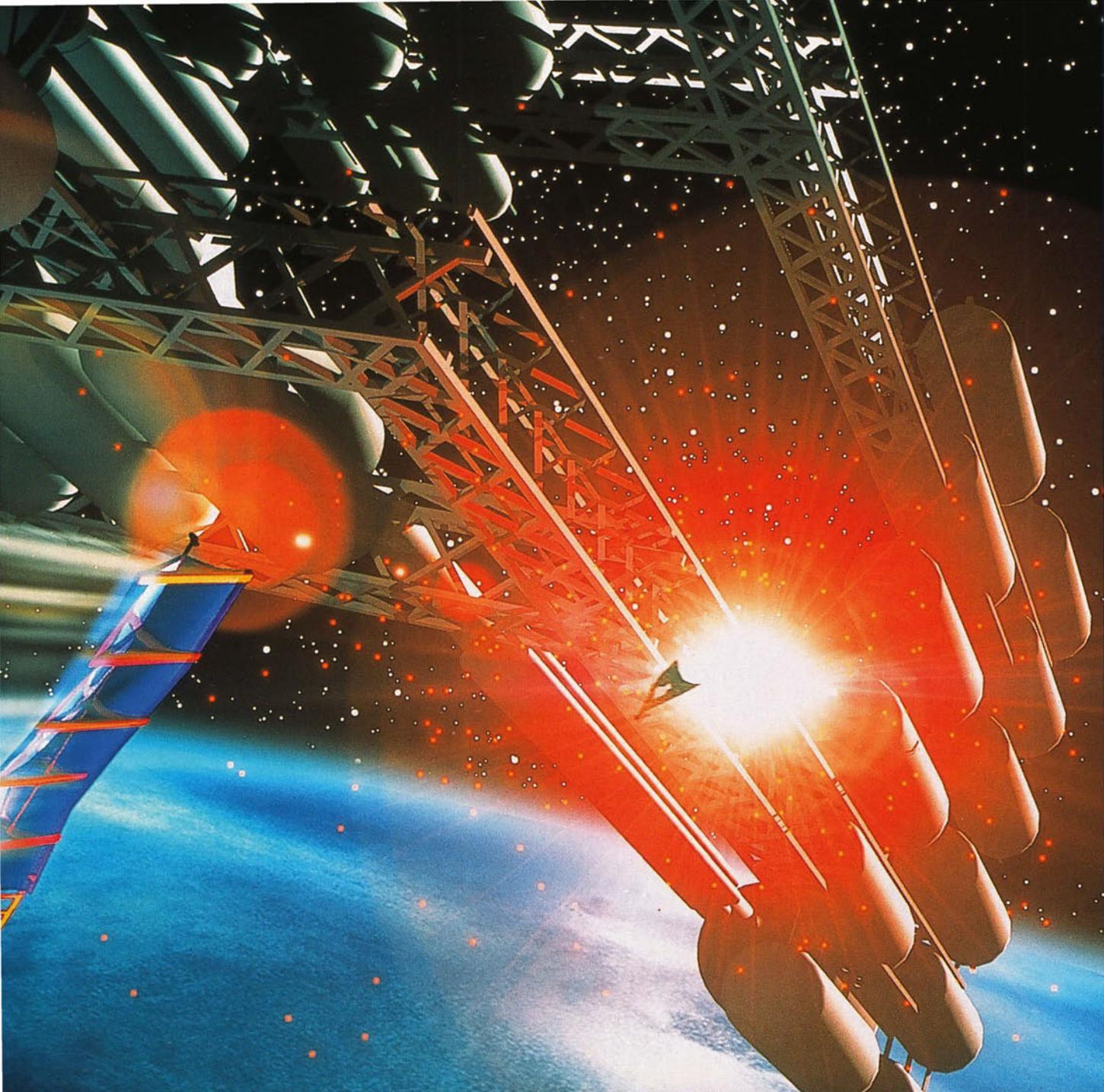
Десятки тысяч лет человек, глядя на ночное небо, мечтал о полете к звездам. Мифы и легенды многих народов мира полны рассказов о путешествиях на Луну, к Солнцу и звездам. Но мечта эта долго оставалась несбыточной. И лишь долгожданным днем 4 октября 1957 года, когда на околоземную орбиту вышел первый искусственный спутник Земли, началась эпоха освоения космического пространства. Поначалу количество запускаемых спутников и зондов ограничивалось десятком в год, но со временем их число превысило сотню.



SPL/EAST NEWS

◀ Повреждение на алюминиевом экране, которое появилось вследствие попадания в него маленькой частицы, летящей с огромной скоростью. Заглушка весом 79 мг (аналогичная показанной) пробивает алюминиевое покрытие со скоростью 4,89 км/с в вакууме. В результате исследования было установлено, что два отдельных алюминиевых экрана обеспечивают лучшую защиту, чем один двойной толщины. При исследованиях были использованы реальные данные, полученные из космоса. Защита спутников на



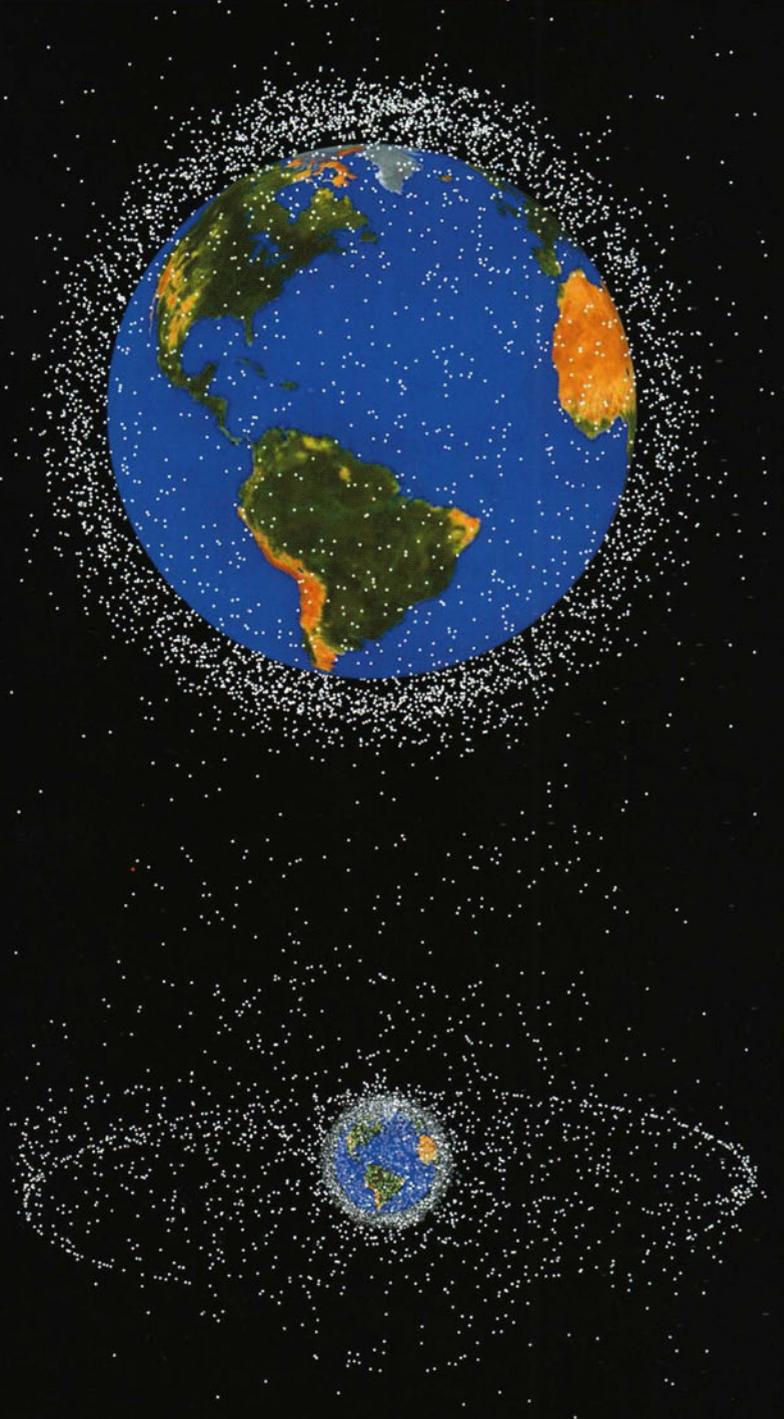


SPL/EAST NEWS

орбите очень важна, так как они подвергаются ударам метеоритной пыли и обломков, которые сохранились на орбите от предыдущих миссий.

▲ Изображение показывает столкновение будущего космического аппарата с мусором. Осколок из серебристого металла при ударе повреждает солнечную панель. Даже небольшие столкновения ведут к серьезным последствиям, а крупное, к тому же с обитаемым аппаратом, таким как показан здесь, могут представлять угрозу жизни космонавтов.

Сейчас пилотируемые космические корабли и космические станции стали для нас уже почти обыденным явлением. И хотя исследование космоса, бесспорно, существенный и необходимый этап прогресса человеческой цивилизации, освоение четвертой среды обитания повлекло за собой и все отрицательные стороны техногенной деятельности человека. В атомный век были засорены огромные пространства Земли, на очистку которых требуются многомиллиардные затраты. Теперь оказалось засоренным и околоземное пространство, очистить которое куда более сложно и дорого. С 1957 по 1998 год только Россия и США произвели около 5 000 запусков, еще несколько сотен запусков были осуществлены и другими странами. На орбитах разных высот побывало несколько десятков тысяч объектов различного назначения. А ведь каждый из запусков оставляет в космосе свой след: это и остатки ракетно-носных систем, и оборудование с потерпевших неудачу экспериментов, спутники и космические аппараты, выработавшие свой ресурс, но вовсе не исчезнувшие с орбиты бесследно. Все они успели сформировать вокруг Земли целый «музей» различных космических технологий.



Большинство обломков находится в самых используемых высотных поясах, называемых LEO — низкая земная орбита (высота до 2000 км от земной поверхности), где работает Международная Космическая Станция, и GEO — геостационарная земная орбита (около 36 000 км).

Максимальная плотность обломков (один объект размером больше 10 см на 100 млн. куб. км) наблюдается на высотах 850, 1000, 1500, 20 000 и 36000 км. Несмотря на то что плотность на всех орбитах приблизительно одинакова, поток мусора значительно больше на LEO, так как сама орбита значительно меньше и объекты на ней обладают большей скоростью.

Полезное население высоких орбит составляют телекоммуникационные спутники связи, научные, военные и метеорологические спутники. С 1963 года на высокие орбиты было запущено 400 спутников, около 100 из них все еще активны, 200 уже не функционируют, и тем не менее большинство из них все еще остается на орбите. Там же находится еще около сотни верхних ступеней ракет и других объектов, обнаруженных в ходе исследований. Специалистам известно по крайней мере о 3 — 4 взрывах, произошедших на этих орби-

тах, но вот их причины так и не установлены. Наибольший вклад в засорение космического пространства внесли Россия и США. На июнь 2000 года зарегистрировано 8 927 крупных искусственных объектов, находящихся на орбите, из них: 2 671 единица — это спутники как действующие, так и отработавшие, 90 — космические зонды и 6 096 единиц космического мусора, за 5 000 из них США и Россия ответственны в равной степени. Реальное число орбитальных обломков размерами от 1 до 10 см оценивается в 100 000, а менее 1 см — в десятки миллионов.

Атмосфера нашей планеты способствует очищению низких орбит, вызывая медленное торможение объектов и постепенное возвращение их в атмосферу, где они сгорают. Согласно данным NASA, за период с 1992 по 1996 год вернулся в атмосферу 331 объект площадью до 1 кв. м. Такие возвращения не представляют риска. Катастрофы, подобные неуправляемому спуску космической станции «Skylab» в 1979 году, когда 20 тонн обломков было рассеяно на огромном пространстве над Индийским океаном и Австралией, очень редки.

На иллюстрациях: обломки на низкой и геостационарной орбитах

**Н**адо сказать, что отработавшие на высоте 1 000 км спутники могут продолжать свое существование в течение многих сотен лет, причем, чем выше их орбита, тем продолжительнее срок «жизни» этого мертвого груза. Со временем же они разрушаются, пополняя мусорное облако, роящееся вокруг нашей планеты. Самыми старыми из таких остатков являются обломки второго американского спутника, запущенного еще в 1958 году. Свой вклад в увеличение гигантской космической свалки вносят и космонавты, теряющие при выходе в открытый космос такие прозаические предметы, как перчатки, отвертки и даже кинокамеры. Мусорные мешки, использованные за период эксплуатации станции «Мир», тоже кружат в этом вихре. Даже краска летательных аппаратов, разрушаемая в суровых условиях космоса, способна создавать космические «песчинки», которые носятся вокруг Земли и «обстреливают» все, что встречается на пути.

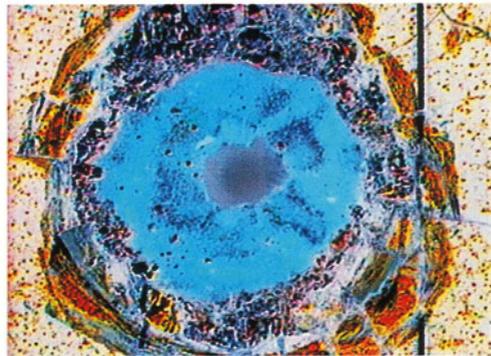
Но самым мощным источником искусственного загрязнения космоса являются самопроизвольные взрывы на орбитах, которые могут породить сразу несколько сотен только крупных обломков и гораздо большее количество мелких. Одна из причин таких взрывов заключается в том, что в топливных баках космических аппаратов после завершения их эксплуатации остается небольшое количество топлива. Топливные баки со временем разрушаются, а иногда пробиваются какими-либо фрагментами космического мусора, самовоспламеняющиеся же компоненты топлива, смешиваясь, взрываются. Примером тому служит взрыв второй ступени ракеты «Дельта», произошедший в 1973 году. А вообще с 1961 года, когда было зафиксировано первое в космосе разрушение объекта, на орбитах их взорвалось более 130.

Сведения о заселенности околоземного пространства объектами искусственного происхождения поступают из

► Изучение солнечных панелей обеспечивает ученых данными о столкновениях и вызываемом ими ущербе. Эти данные важны при планировании будущих экспедиций, особенно для космических станций.



► Цветная съемка световым микрографом кратера, который оставила частица космического мусора на солнечной панели космического телескопа «Хаббл». Большие солнечные панели являются источником энергии для спутника, они постоянно атакуются крошечными частицами, летящими с большой скоростью. Некоторые кратеры создаются метеоритными частицами, некоторые — частицами космического мусора. Линии микрографа расположены на расстоянии 1 мм.



специальных Служб контроля космического пространства, функционирующих как в России, так и в США. Они оснащены радиолокационными, оптическими и оптико-электронными системами слежения. В их задачи входят наблюдение, отождествление и каталогизация искусственных объектов. Российские и американские каталоги содержат их около 9 000. Полученная Службами контроля информация используется для анализа состояния экологической обстановки в космосе.

Кроме того, в обязанности этой службы входит обеспечение непосредственной безопасности космических полетов путем предупреждения о возможных столкновениях, а также определение принадлежности фрагментов космических объектов. Это помогает определить вклад разных стран в засорение космоса и степень их вины на основании Конвенции, принятой 1 сентября 1982 года.

Но, к сожалению, наблюдениям доступны далеко не все обломки, составляющие космический мусор. Наземные радиолокационные системы могут обнаруживать только те объекты, диаметр которых на высоте до 2 000 км составляет не менее нескольких сантиметров, оптическим же телескопам доступны объекты от 1 м на высотах в

**ВЗРЫВ ПОСЛЕДНЕЙ СТУПЕНИ АМЕРИКАНСКОЙ РАКЕТЫ «PEGASUS» В 1996 ГОДУ ВЫЗВАЛО ОБРАЗОВАНИЕ ПОЧТИ 300 000 ФРАГМЕНТОВ ДИАМЕТРОМ БОЛЕЕ 4 ММ И 700 — ПРЕВЫШАЮЩИХ 10 СМ**

несколько десятков километров. Все остальные объекты находятся вне зоны контроля, хотя и их количество, и огромные скорости, с которыми они мчатся вокруг Земли, представляют для человеческой активности в космосе опасность более чем реальную.

А ведь очень долгое время проблема засорения космоса рассматривалась в чисто теоретическом аспекте. Земные орбиты казались слишком огромными и пустыми для того, чтобы быть засоренными. Но число запусков росло с каждым годом, а следовательно, росла и заселенность орбит. Достаточно сказать, что с 1980 года количество космического мусора увеличилось вдвое. И этот рост может пагубно сказаться на безопасности полетов как пилотируемых, так и автоматических космических аппаратов, особенно же таких дорогостоящих и долгоживущих, как орбитальные станции. Хотя пока вероятность столкновений в космосе сравнительно невелика, она может возрасти, когда на небе станет слишком тесно. Так, например, на период с 2001 по 2002 год был намечен запуск почти 300 спутников, что на 75% больше, чем за два предыдущих года.

Судя по отечественным и зарубежным данным, уже в начале этого века следует ожидать существенного возрастания засорения ближнего космоса, и тогда возникнет реальная угроза столкновения уже между самими элементами космического мусора. Наибольшую опасность в космосе представляют объекты с диаметрами от 1 до 10 см. Мало того, что их очень много и они носятся вокруг Земли с огромными скоростями — до 10 км/с, они еще недоступны для обнаружения Службами контроля, представляя собой настоящие «айсберги» на орбите. Столкновение с ними при условии большой населенности орбит может привести к катастрофическим последствиям. О том, какую опасность представляют крупницы краски, ед-

ва различные человеческим глазом, свидетельствуют уже произошедшие повреждения иллюминаторов на «Салюте-7», станции «Мир» и на американских многоэтажных кораблях «Шаттл», на которых за время их эксплуатации пришлось заменить уже несколько десятков окон стоимостью по 40 000 долларов каждое.

Серьезным предупреждением является и повреждение французского мини-спутника фрагментом от взрыва третьей ступени ракеты «Ариан», произошедшее в 1996 году.

Проблема космического мусора обещает обрести совершенно особый характер в связи с запуском Международной Космической Станции (МКС), которая будет самым крупным объектом, собранным в космосе. Едва ли ее работа в условиях окружения огромным количеством космического мусора может быть комфортной и безопасной. Орбиту МКС пришлось изменять уже дважды, дабы избежать столкновения с летающими мусорными фрагментами.

А потому конструирование таких объектов, как МКС, включает в себя исчерпывающий анализ защиты. Каждая часть космической станции изучается отдельно, в зависимости от того, насколько она уязвима для ударов. Защита строится, исходя из самых современных материалов. Устанавливаются специальные защитные экраны, которые увеличивают вес станции и ее стоимость. Такие же методы применяются и на космических «челноках».

Но, как известно, избавиться от загрязнения окружающей среды гораздо сложнее, чем предотвратить его загрязнение. Для сдерживания этого опасного процесса требуется безотлагательная работа и принятие специальных мер всеми участвующими в освоении космоса государствами. Уже трижды представители этих стран собирались на специальные форумы, посвященные проблемам космического мусора. На них детально рассматривались компьютерные модели, предсказывающие рост обломков в будущем, обсуждались результаты послеполетных исследований специального спутника, запущенного Космическим агентством NASA для изучения столкновений с мусорными фрагментами. Этот спутник с 1984 по 1990 год подвергался ударам десятков тысяч мелких космических обломков и затем был возвращен на Землю с помощью «Шаттла». Поднимались вопросы, связанные с риском для Земли от возвращаемых объектов, а также с тем, как уменьшить количество мусора и обезопасить космос.

А так как его очищение в настоящее время не представляется возможным ни технически, ни экономически, то все совместные усилия должны быть направлены на то, чтобы меньше мусорить. Для этого необходимо: предотвращать самопроизвольные взрывы в космосе, то есть избавляться от остатков топлива при завершении работы космического аппарата, и сократить срок пребывания отработавших объектов до 25 лет; запретить преднамеренные разрушения космических объектов, находящихся на орбите, производимые иногда для предотвращения падения крупных несгоревших частей космического объекта в населенные районы планет; уводить отработавшие

► В качестве средств поиска и захвата крупных обломков, по мнению специалистов, могут быть использованы многоразовые орбитальные корабли типа «Буран» и «Шаттл», а также межорбитальные роботы-манипуляторы. В этих случаях возвращение объектов на Землю можно осуществлять посредством транспортировки в грузовом отсеке орбитального корабля или же торможением с помощью буксира и последующего автономного спуска их в заданный район. Однако эта операция

крайне дорогостоящая и может быть оправдана лишь тогда, когда требуется предотвратить неуправляемое падение крупногабаритного объекта в населенные районы Земли или когда стоимость возвращаемого аппарата очень велика.

▼ Гораздо более сложно удалять из космоса мелкие составляющие космического мусора, но и здесь уже имеются некоторые проекты. Самым известным из них является проект «Орион», разработка которого началась еще в 1970 году. Суть его состоит в возмож-

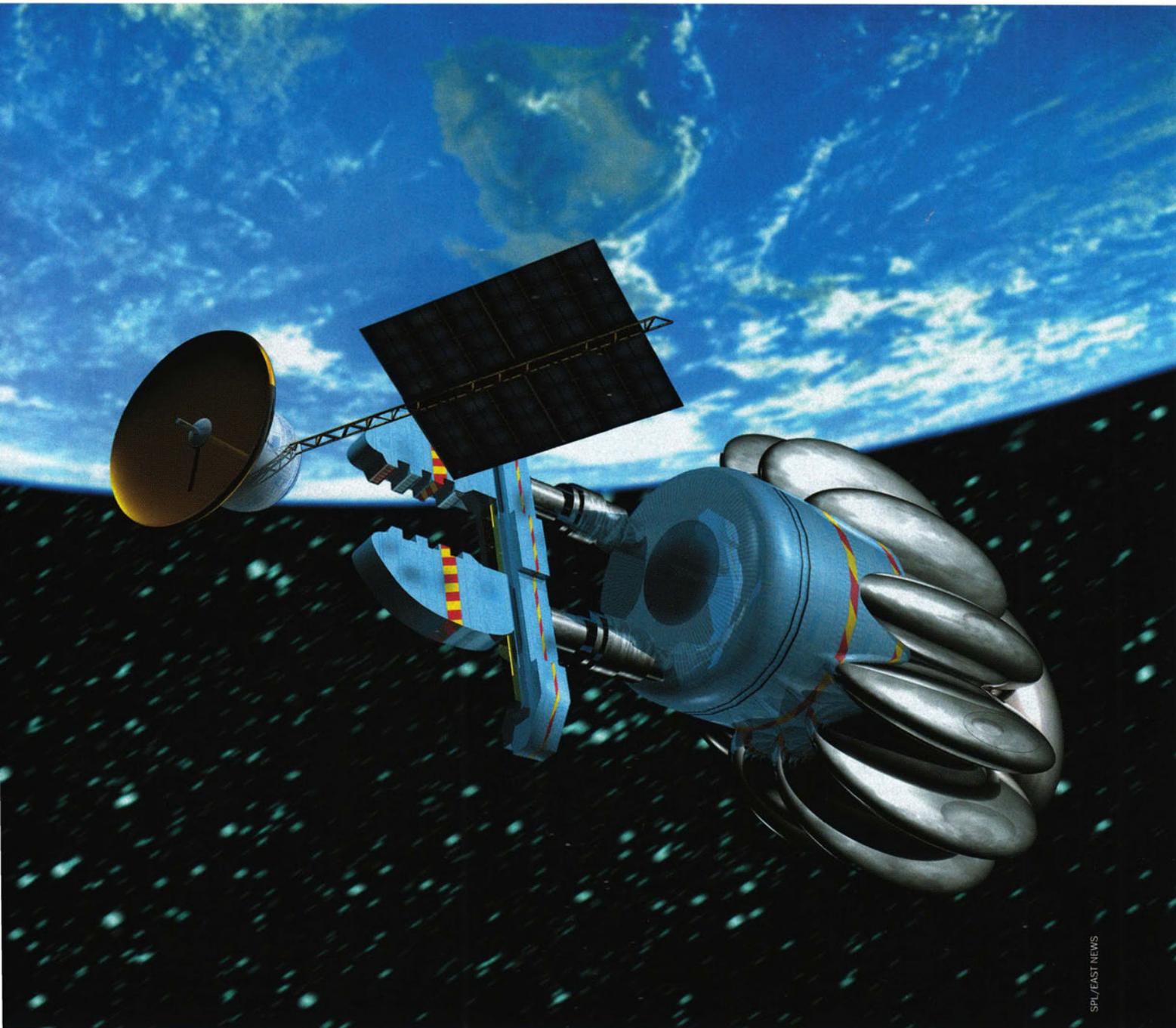
ности использования лазерного луча, способного находить обломки, испарять их или отклонять с пути космических аппаратов, а также возвращать в земную атмосферу или удалять на более высокие орбиты. Лазерный луч фокусируется на кусочке мусора, замедляет его движение, а затем убирает его с пути космического аппарата. Использовать такую «лазерную метлу» планируется в 2003 году для проведения операции по уборке орбиты МКС, которая предположительно займет около двух лет и обойдется в 200 млн. долларов.

SPL/FAST NEWS

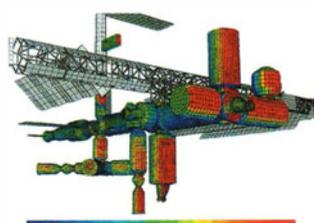


**«ВСТРЕЧА» С ОДНИМ ТОЛЬКО ОБЫКНОВЕННЫМ КРЕПЕЖНЫМ БОЛТОМ, ПОТЕРЯННЫМ НА ОРБИТЕ, РАВНОЗНАЧНА СТОЛКНОВЕНИЮ С ПУШЕЧНЫМ ЯДРОМ, МЧАЩИМСЯ СО СКОРОСТЬЮ 300 М/С. А ЛЕЯЩАЯ ЧАСТИЦА ДИАМЕТРОМ ВСЕГО 0,5 ММ ВПОЛНЕ СПОСОБНА ПРОБИТЬ СКАФАНДР КОСМОНАВТА**

спутники с широко используемых заселенных орбит на более высокие и мало используемые орбиты, иными словами, создать «кладбище космических отходов». Хотя этот процесс весьма проблематичен и связан с тем, что изменение орбиты спутников требует определенного резерва топлива (от 5 до 15% от массы объекта), что влечет дополнительные затраты (по 20 000 долларов на каждый килограмм). Если спутник весит 1 000 кг, то сведение его с орбиты обойдется в 2 000 000 долларов. Дело осложняется и тем, что в последнее время значительную долю косми-



SPL/EAST NEWS



◀ На схеме Международной космической станции цветом показана степень риска столкновения с частицами космического мусора (красный — наибольший риск, зеленый — наименьший).

ческих запусков составляют запуски коммерческие, осуществляемые из Европы и России, и частные компании едва ли пойдут на столь внушительные затраты. Тем более что ни одна из них не берет на себя никаких обязательств по ограничению космических обломков. Некоторые компании запускают целые скопления спутников (до 300 единиц) на низкие орбиты, нисколько не тревожась о возможных столкновениях между ними.

Государственные же космические агентства постоянно проводят множество исследований возможных способов

и средств по очистке от мусора околоземного пространства. Ведь сейчас на околоземной орбите находится более 2 000 пассивных объектов больших размеров, служащих потенциальными источниками увеличения еще большего количества мелких обломков, а потому было бы неплохо удалить их из космоса. Рассматриваются варианты использования, с одной стороны, космических «челноков» для захвата и транспортировки крупных объектов, а с другой — космических лазеров, для уничтожения более мелких. А пока инженеры и ученые, работающие над этим проектом, намерены испытать лазер на Гавайях. Если им удастся на высоте 2 000 км обнаружить объект размером с теннисный мяч и удержать на нем лазерный луч, несмотря на турбулентность атмосферы, это будет громадным успехом.

Так что будем надеяться, что благодаря совместным усилиям ведущих космических держав проблема космического мусора будет успешно решаться, а безопасность космических полетов — неуклонно повышаться.

ЛЮДМИЛА КНЯЗЕВА, кандидат физико-математических наук