

Материал подготовлен Е.П. Гридченко

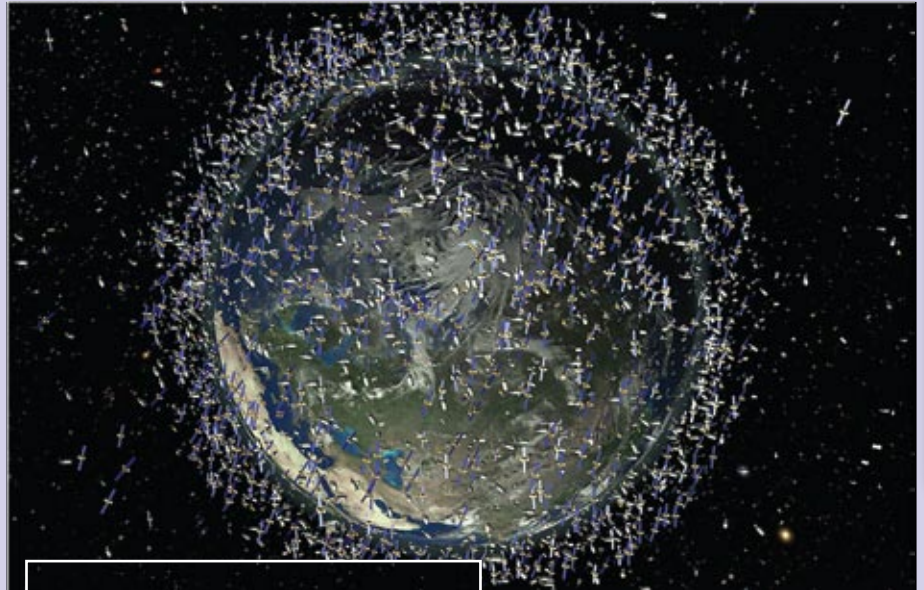
ПРИВЯЗАТЬ И УНИЧТОЖИТЬ

Идея использовать электромагнитные силы и взаимодействие с магнитным полем Земли для создания тяги в космосе — не нова. На протяжении XX века об этом не раз писали фантасты. А вот примеры практического решения данной задачи — большая редкость.

Этим занимается американская компания Tethers Unlimited, основанная в 1994 году докторами наук Робертом Хойтом (Robert Hoyt) и Робертом Форвардом (Robert Forward). Нельзя сказать, что это единственная компания или лаборатория, что работает в данной области, но, пожалуй, одна из немногих, доведших старую идею до реализации в металле. Так, в 2003 году фирма получила грант в размере \$1,5 миллиона от NASA, а в 2004 году — \$230 тысяч от научно-исследовательского агентства Пентагона DARPA. Оба гранта связаны именно с работами по электромагнитным привязям, хотя это — не единственное направление работы компании.

Итак, идея в сыром виде: если спустить со спутника электропроводящий трос, то он будет пересекать линии магнитного поля планеты, и в этом кабеле будет наводиться ток. Взаимодействие тока с полем приведет к созданию силы, действующей на трос. Эта сила будет тормозить спутник и понижать его орбиту. Без всяких затрат топлива или энергии. Если, напротив, затратить электроэнергию и направить ток в кабеле в другую сторону — возникшая сила будет поднимать орбиту аппарата. Американскую компанию пока больше волнует первый вариант работы системы. И вот почему.

Проблема замусоривания космоса отслужившими спутниками — очень остра. Если мы хотим принудительно свести с орбиты спутник — мы должны встроить в него двигатель и оставить для этой операции запас топлива. На все это требуется от 5% до 20% массы спутника, что увеличивает и его цену, и вес, и стоимость запуска. А ведь еще



Наглядное представление количества космических объектов (неиспользуемые спутники, ступени ракет-носителей и т.п.), представляющих собой тот самый «космический мусор», который нужно как-то убирать

встает вопрос надежности такой системы, которую нужно будет привести в действие после 5-10 лет работы аппарата на орбите.

Решение этой задачи от Tethers Unlimited — это намного меньшая стоимость, 1% от массы спутника, и исключительная надежность. Называется данная штука «Привязь терминатора» (Terminator Tether).

Это катушка с тонким кабелем длиной 5 километров, минимум электроники и замок. Пока спутник работает, система просыхается время от времени для тестирования электроники и проверки «статуса» спутника. Как только сигнал на уничтожение принят, кабель разматывается. Анод (он же — коллектор), расположенный на верхнем конце кабеля, вблизи спутника, собирает электроны из ионосферы Земли, а катод (эммитер) на нижнем конце кабеля выбрасывает их обратно. Так

как ионосфера электропроводна, цепь замыкается, и по кабелю течет непрерывный ток в одном направлении. Сила, действующая на кабель, стаскивает спутник с орбиты довольно быстро, и он сгорает в атмосфере.

Так, для спутника, летающего на высоте 775 километров, время естественного ухода с орбиты составляет примерно 100 лет, а с использованием «Привязи терминатора» — 11 дней. В случае со спутником на высоте 1400 километров эта разница еще более внушительна — 9 тысяч лет и 37 дней. И все это — без затрат топлива или электричества, что очень важно. Не только в смысле экономии массы аппарата или денег.

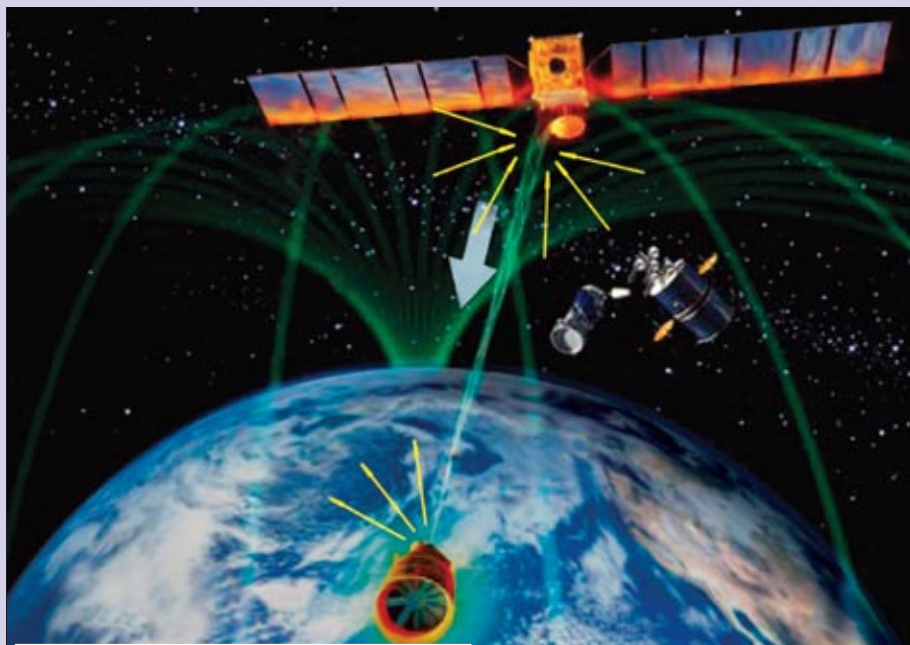
«Привязь терминатора» должна надежно сработать даже при отказе большинства систем спутника и потери им ориентации, а также — электропитания. Включение ракетной установки увода с орбиты в таких

условиях было бы невозможным. Пока Terminator Tether лишь проходит наземные испытания, об установке на конкретные спутники ничего не сообщается. Но зато недавно катушку-терминатор проверили, пусть и ограниченно, в условиях искусственной невесомости — на борту лайнера, летящего по параболе.

Внешне — все вроде просто. Но почему же такие системы не нашли применения? На самом деле создать такую надежную катушку — непросто.

Тут нужно решать и проблему легкого разматывания столь длинного кабеля, и сам кабель должен выдерживать приличное напряжение. Кроме того, нужно, чтобы система спокойно переваривала колебания, возникающие в длинном кабеле. Насколько эти проблемы преодолели авторы «Привязи терминатора» — покажет время.

А дальше открываются еще более заманчивые перспективы. Как мы уже сказали, если использовать бортовой источник энергии, можно не только тормозить, но и разгонять спутник, произвольно меняя его орбиту. Это может оказаться надежным и эффективным решением для управления орбитой исследовательских аппаратов, вращающихся не только вокруг Земли, но и вокруг любой другой планеты с магнитным полем — например, Юпитера.



Принцип действия электромагнитного увода с орбиты. Зеленым показаны силовые линии магнитного поля. Желтым — «всасывание» и выброс электронов. Синим — сила, тормозящая спутник.



«Привязь терминатора» совсем невелика

Особая опасность космического мусора связана с тем, что он перемещается в пространстве с огромной скоростью. В космосе мы имеем дело со скоростями столкновений до 15-ти километров в секунду, это почти 50 тысяч километров в час. Поэтому даже частица, размеры которой составляют лишь 1 сантиметр, может повредить космический аппарат. Такая частица обычно летит со скоростью около 10-ти километров в секунду, то есть как минимум в 20 раз быстрее пули. Для космического аппарата встретиться с этой частицей — все равно что столкнуться с легковым автомобилем среднего класса, движущимся со скоростью 80 километров в час.

И такие аварии случаются, хоть пока и нечасто. Зато «встречи» с более мелкими частицами происходят уже регулярно. По словам Хайнера Клинкрада (Heiner Klinkrad), ведущего аналитика Центра управления полетами в Дармштадте, за время эксплуатации американских «шаттлов» зарегистрированы тысячи столкновений с частицами размером в 1 миллиметр и меньше. Обшивка возвратившихся из космоса «челно-

ков» каждый раз оказывалась буквально усеяна выбоинами до сантиметра глубиной. 80 раз на «шаттлах» приходилось менять иллюминаторы. Да и на доставленных на Землю солнечных батареях космического телескопа «Хаббл» было обнаружено немало царапин, вмятин и пробоин. Особенно остро проблема безопасности стоит перед Международной космической станцией. По словам Сергея Кулика, эксперта Российского космического агентства, МКС приходится не реже раза в год совершать маневрирование, чтобы избежать опасного сближения с крупными объектами. Повысить живучесть станции можно также за счет ее компоновки, размещая жизненно важные модули за второстепенными. Однако наиболее эффективное средство защиты — это специальные экраны конструкции. Один из таких экранов изготовлен во Фрайбурге по заказу Европейского космического агентства для научно-исследовательского лабораторного модуля «Колумбус». Правда, его пристыковка к МКС, запланированная на 2004-й год, не состоялась, но европейцы надеются, что с возобновлением по-

летов «шаттлов» им удастся наверстать упущенное. Тогда-то защитный экран и пригодится. Один из его разработчиков — Франк Шефер — рассказывает:

«Речь идет о защитном экране, способном задерживать частицы с линейными размерами до 2-х сантиметров и скоростями до 7-ми километров в секунду. Он состоит из нескольких слоев: снаружи — листовой алюминий, под ним — керамические и полиамидные волокна. Конечно, еще более толстый экран смог бы задерживать и более крупные частицы, но ведь он должен удовлетворять двум условиям. Во-первых, стоимость его доставки в космос не должна выходить за разумные рамки. Во-вторых, экран не должен быть слишком тяжелым, иначе запустить весь модуль на орбиту будет невозможно технически. Конечно, рассматриваются и другие методы защиты от космического мусора: например, передвижной экран, который реагирует на сигнал, подаваемый системой автоматического обнаружения, и тотчас занимает «оборонительную» позицию».