

II Международная Конференция Учащихся
«Научно-творческий форум»

Секция: Естественно-научная

Название работы: **Космический мусор**

Выполнила:

Хлопенова Анастасия Владимировна

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги
МБОУ «Центр образования - гимназия № 1»

6 класс

Артюшин Клим Евгеньевич

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги
МБОУ СОШ № 50 г. Калуги, 8 «Б» класс

Дюжова Татьяна Сергеевна

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги
МБОУ «СОШ №50» г. Калуги, 3 класс

Руководитель:

Шепелева Светлана Николаевна

Методист, педагог д.о.

Муниципального бюджетного общеобразовательного
дошкольного образования детей
Детско-юношеского центра космического
образования «Галактика» г. Калуга

2020 г.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Актуальность темы.....	3
3. Причины возникновения космического мусора.....	5
4. Распределение мусора в космосе.....	6
5. Исследовательская (практическая) часть. Методы утилизации космического мусора.....	7
6. Меры по предупреждению и предотвращению образования космического мусора.....	16
7. Выводы.....	19
8. Литература.....	20

1. Введение.

Одна из важных проблем современного космоса на сегодняшний день это космический мусор. Космическим мусором называют все искусственные объекты и их части, летающие в космосе, которые прекратили активное существование, не функционируют и никогда больше не смогут помочь человечеству в освоении космоса.

Объект исследования: космический мусор.

Предмет исследования: влияние космического мусора на околоземную орбиту.

Гипотеза: предполагаю, что если не заниматься проблемой космического мусора, то в недалеком будущем космос станет недоступным для человечества.

Задачи исследования:

- 1) Выявить причины загрязнения околоземного пространства космическим мусором;
- 2) Дать классификацию космического мусора;
- 3) Определить пути решения загрязнения космоса;

2. Актуальность темы.

Проблема космического мусора появилась еще в конце 50-х годов, когда человечество стало осваивать космос и запускать на орбиту первые спутники. На первом этапе космос казался безграничным и об этой проблемой мало кто задумывался. Но число запусков космических аппаратов росло с каждым годом, а, следовательно, возрастал объем космического мусора на орбите Земли.

С 1957 по 1998 год только Россия и США произвели около 5000 запусков космических аппаратов. Кроме того, несколько сотен запусков были совершены и другими странами. На орбиты разных высот выведены десятки тысяч аппаратов различного назначения. Достаточно сказать, что с 1980 года количество космического мусора увеличилось вдвое.

Те опасные материалы, которые остаются на борту космических кораблей, также объекты космического мусора представляют большую угрозу как для орбитальных станций, и



спутников, которые находятся в космосе, так и для нашей планеты. Скорость движения таких обломков в космосе 10 км/сек. Если не контролировать сход таких спутников с орбиты, также неполное сгорание при прохождении плотных слоев атмосферы Земли и выпадение этих обломков на наши города, промышленные объекты, транспортные коммуникации такой космический мусор может нанести непоправимый ущерб людям, живущим на Земле.

Вот только некоторые факты последствий встречи мусора с космическими аппаратами:

- в 1983 году при столкновении американского шаттла с крохотной по размерам песчинкой (0,2 мм в диаметре) на иллюминаторе аппарата образовалась глубокая трещина;

- столкновение осколка, образовавшегося в результате взрыва верхней ступени ракеты-носителя «Ариан» в 1986 году, с действующим французским спутником CERISE, привело к нарушению его работоспособности, а также образованию свыше 3000 обломков;

- в феврале 2009 года произошла крупнейшая космическая авария, связанная со столкновением двух крупных геостационарных объектов. В космосе столкнулись 2 спутника связи: американский «Иридиум» и вышедший из строя российский «Космос-2251». В результате образовалось около 600 крупных и мелких обломков;

- в мае 2016 года маленький кусочек оставил на стекле Международной космической станции скол диаметром 7-8 мм, что могло привести к разрушению МКС.

Кроме того, жители Казахстана вблизи космодрома Байконур и жители Сибири жалуются на «космический мусор» в виде деталей космических аппаратов и топливных баков, падающий на них в результате запуска ракет. Много космического мусора выпадает в горах Алтая, загрязняя окружающую среду невыгоревшим ракетным топливом.

В 1997 году в Соединенных Штатах Америки в 50 метрах от жилого дома на одной из ферм Техаса упал недогоревший в атмосфере топливный бак ступени ракеты, вес которого составлял порядка 250 кг.



В декабре 1993 года в докладе генерального секретаря ООН проблема космического мусора признана международной и носит глобальный характер.

3. Причины возникновения космического мусора.

На сегодняшний день можно отметить 4 наиболее важных причин возникновения космического мусора.

1) С начала освоения космоса и до 80-х годов наша страна и США провели в открытом космосе ряд испытаний противоспутникового оружия, итогом чего стало образование огромного количества обломков, вращающихся на геостационарной орбите¹. Такой мусор составляет до 7% всего мусора в ближнем космосе.

2) Каждый запуск космических аппаратов не проходит бесследно, а именно в космосе остаются остатки ракетноносных систем, и оборудование с потерпевших неудачу экспериментов, отделяемые части космических аппаратов.

3) Свой вклад в увеличение объема космического мусора вносят и космонавты, которые при выходе в открытый космос теряют такие предметы, как перчатки, инструменты и аппаратуру для съемки. Последний такой случай был 15 января 2020 года. Во время выхода в открытое космическое пространство с борта Международной космической станции (МКС), от шлема Кристины Кук неожиданно отсоединились камера и фонарь подсветки. Несмотря на все усилия, вернуть их обратно так и не удалось.

4) Важным источником искусственного загрязнения космоса являются самопроизвольные взрывы на орбитах, которые могут порождать сразу несколько сотен только крупных обломков и меньшее количество мелких. Одна из причин таких взрывов заключается в том, что в топливных баках космических аппаратов после завершения их эксплуатации остаётся небольшое количество топлива. Топливные баки со временем разрушаются, а иногда пробиваются какими-либо фрагментами космического мусора, самовоспламеняющиеся же компоненты топлива, смешиваясь, взрываются. С 1961 года, когда было зафиксировано первое космическое разрушение объекта, на орбитах их взорвалось более 130.

При столкновении спутника с мусором часто образуется новый мусор (так называемый синдром Кесслера), что приводит к неконтролируемому росту засорённости космоса.

4. Распределение мусора в космосе.

Весь космический мусор условно можно разделить на 3 уровня относительно местонахождения его на околоземной орбите. Это связано с функцией спутников, которую они выполняют на той или иной орбите. Через какое-то время часть из них превращается в ненужный металлолом, загрязняющий пространство.

1) На нижних высотах, ниже 400 км, то есть в области полета пилотируемых аппаратов, присутствует большое количество космического

мусора, но эти объекты через несколько лет после образования сгорают в атмосфере Земли.

2) На средних высотах мусор находится на высоте 850–1200 км от поверхности Земли. Именно здесь находится большое количество всех спутников (метеорологических, военных, научных), а также зондов. На этих высотах спутники могут существовать сотни лет до полного исчезновения радиационной опасности. Случаи досрочного разрушения возможны вследствие соударения с частицей размером меньше 0.1 см, летящей со скоростью пули -10 км/с.

3) Верхний пояс загрязнения лежит в районе геостационарных орбит (свыше 35000 км). Геостационарная орбита плотно заселена объектами космической индустрии – спутниками - стационарами. В настоящее время там находится около 800 объектов. Ежегодно к ним прибавляется два-три десятка новых стационаров и значительное количество обломков разрушившихся по разным причинам спутников.

В своей работе я попыталась разобраться в возможных вариантах решения очищения космического пространства от мусора. Каждый из этих методов ликвидации космического мусора имеет как положительную, так и отрицательную сторону.

5. Исследовательская (практическая) часть. Методы утилизации космического мусора с околоземных орбит.

На сегодняшний день рассматриваются следующие варианты решения проблемы:

1. Спутники, разрушающие обломки мощным лазерным лучом или меняющих их орбиту ионными пучками.

Минусы: при воздействии лазером обломков становится еще больше. Работа любого космического аппарата – мусорщика требует много энергии, т.к. ему надо менять орбиту, подбираться к обломкам, а значит, разгоняться и тормозить, маневрировать. Энергии солнечных батарей на такие сложные

перемещения явно не хватит. Спутник надо подвести к летающему обломку, так, чтобы не разрушить его еще больше. Это очень ювелирная работа, ведь все эти манипуляции надо провести на огромной скорости. Причем управлять ею должен бортовой компьютер, с Земли не получится, так как решения придется принимать практически мгновенно.

Плюсы: возможность подвинуть обломок, а значит контролировать траекторию полета обломка. Кроме фотонов света в космос ничего не отправляется, таким образом, не происходит дальнейшего накопления мусора на орбите. И во-вторых, реализация такой наземной системы обойдется дешевле, чем дорогостоящий запуск в космос специального оборудования для уборки мусора.

2. Наземные лазеры, которые должны тормозить обломки для входа в атмосферу (Laser broom). Лазерная установка, довольно скромных габаритов и не очень большой мощности должна работать в паре с наземными телескопами и радарам, следящими за потенциально опасными частями космического мусора. При обнаружении угрозы столкновения, лазер, расположенный близ одного полюсов Земли, руководствуясь данными наземного целеуказания, начал бы «стрельбу» в импульсном режиме по летающим в околоземной орбите космическому мусору. Конечно, мощности лазера недостаточно для того, чтобы просто взорвать эти обломки, а и расстояние до них достаточно большое. Но длительное воздействие, в течение часа или двух, вполне может передвинуть обломки на безопасную траекторию.

В последнее время ученые все больше склоняются к возможности установки лазерной пушки на МКС. На сегодня из всех проектов по уборке космического мусора с орбит именно этот проект считается наиболее близким к реализации. Выстрел лазера будет не сжигать мусор, а испарять материал на его поверхности. В итоге появится сила, которая так изменит орбиту обломков, чтобы они опустились в атмосферу и сгорели. Операция ювелирная. Эта система сможет удалить за 5 лет большую часть обломков сантиметровых размеров.

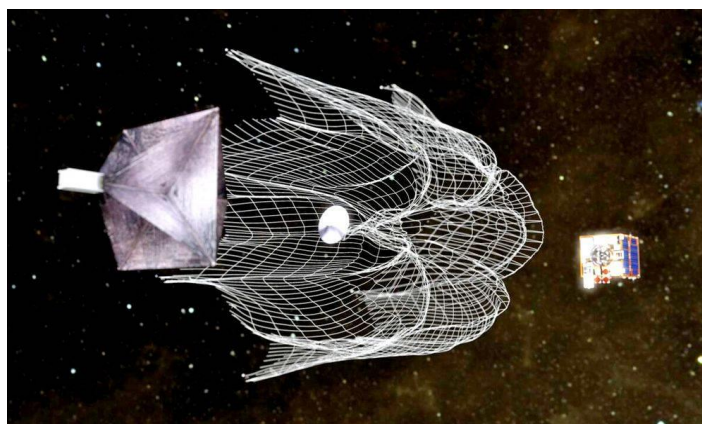
Минусы: так как нельзя обесточить станцию, лазер будет потреблять лишь 5% доступной энергии от МКС. Это ограничит возможность длительности выстрела 10 секундами, а 200 секунд будет уходить на перезарядку. Дальность стрельбы составит до 10 километров.

Плюсы: многократное использование лазера.

3. Аппараты, которые будут собирать мусор для его дальнейшей утилизации.

3.1. 20 июня 2018 года с МКС запущен спутник-уборщик RemoveDebris на орбиту вокруг Земли. Он будет участвовать в экспериментах по «уборке» околоземной орбиты от космического мусора. Согласно информации NASA, на орбите Земли накопилось свыше 8 тысяч тонн мусора, который с помощью экспериментального спутника RemoveDebris, весом сто килограмм, созданный усилиями британских инженеров компании SSTL вместе со специалистами из Европы и Южной Африки, попытается решить задачу с помощью гарпуна, сетей и двух помощников – спутников CubeSat.

В сентябре спутник-уборщик запустил кубсаты в открытый космос на небольшое расстояние в 5-7 метров для захвата их сетью. В конце 2018 года был запланирован второй этап миссии, который заключался в выполнении



аппаратом исследований в области визуальной навигации, задействовав камеру и лидар. Полученные данные должны были помочь квалифицировать и описать найденные на орбите обломки. Далее спутник должен был выпустить гарпун для отлова обломков в выдвижную панель на близком расстоянии около 1,5 метров, чтобы затем отправиться в верхний слой атмосферы и самоликвидироваться.

Запущенный в июне 2018 года спутник с гарпуном и сетью, задача которого — очистка орбиты Земли от «мусора», принес первые результаты и

завершил начальную стадию испытаний. Экспериментальная фаза миссии стартовала 16 сентября. Для того чтобы проверить, как работают системы захвата спутника RemoveDebris, с борта Международной космической станции выпустили объект, имитирующий реальный космический мусор. Тестирование аппарата поделили на три стадии. В сентябре 2018 года спутник завершил только первую часть испытаний, а именно — поймал сетью тот самый выпущенный ранее обломок «мусора». Происходил этот процесс следующим образом: сначала объект при движении навстречу спутнику запутался в сети, а затем она начала стягиваться и удерживать его, используя установленные электромоторы. Вторая стадия тестов — проверить работу камер и лидара. На третьей стадии проверка функциональности гарпуна. Все испытания прошли успешно и теперь спутник необходимо уничтожить. Его скорость при помощи тормозящего «паруса» уменьшат настолько, чтобы аппарат вошел в атмосферу Земли, где он и должен сгореть. Если RemoveDebris завершит полную миссию с успехом, аналогичные ему спутники станут хорошим способом очистки орбиты Земли от космического мусора, представляющего серьезную проблему для человеческой цивилизации. В декабре 2019 года начались подготовительные меры по сжиганию RemoveDEBRIS вместе с захваченными объектами в плотных слоях атмосферы.

3.2. Еще одной попыткой создать космического мусорщика инициировало Европейское космическое агентство совместно со ClearSpace команды исследователей при НИИ Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Совместно они запланировали в 2025 году запустить на орбиту зонд ClearSpace-1. Он будет собирать и уничтожать космический мусор.



Первой целью зонда станет отработавшая ступень ракеты Vega. Ее вывели на орбиту в 2013 году. Эта часть ракеты находится на высоте 660-800 километров, весит около 100

килограммов, и ее форма удобна для захвата зондом, который имеет четыре роботизированные руки. **Спутник – роборуки.**

ClearSpace-1 выведут на высоту примерно в 500 километров. После захвата зонд включит двигатели, опустится в нижние слои атмосферы и сгорит вместе с ней в земной атмосфере.

Затем планируются более сложные миссии, в рамках которых ClearSpace-1 попытается захватить и уничтожить сразу несколько фрагментов мусора.

В ЕКА уже провели эксперимент, в ходе которого часть спутника расплавили в плазменной аэродинамической трубе, чтобы смоделировать процесс сгорания одного из его наиболее прочных элементов в атмосфере. Цель эксперимента — свести к минимуму возможный риск от падения обломков спутника на поверхность Земли с причинением ущерба.

3.3. В ноябре 2019 года компания Nanoracks объявила, что в одной из будущих миссий Falcon 9 будет запущен демонстратор технологий, призванный доказать, что однажды космические станции могут быть построены в космосе за счет переделки израсходованных верхних ступеней ракет.

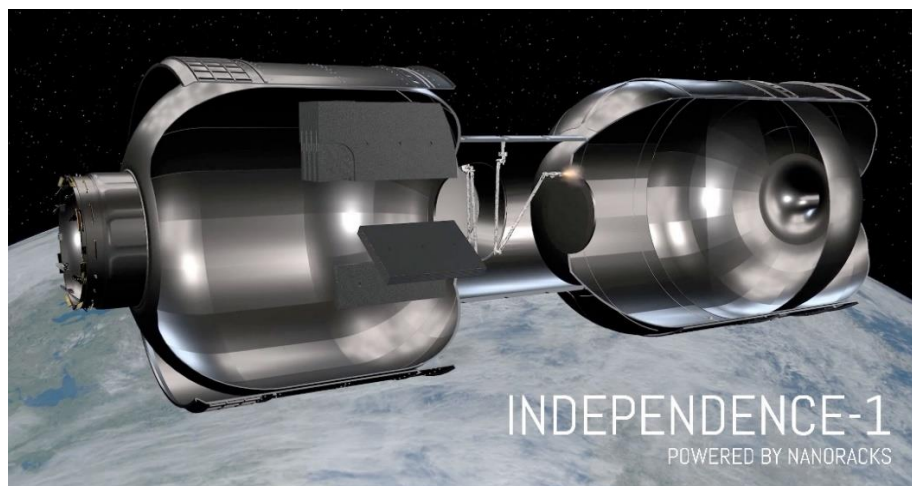


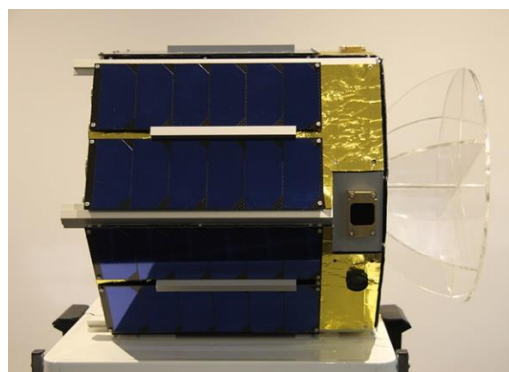
Иллюстрация показывает процесс создания орбитальной станции из отработавших верхних ступеней.

Совсем недавно, компания Nanoracks затеяла новое предприятие, связанное со строительством беспрецедентно доступных обитаемых космических станций на орбите Земли. Хотя предложение Nanoracks не

является чем-то принципиально новым, она предложила оригинальное решение: модифицировать верхние ступени ракеты-носителя, уже находящиеся на орбите, для создания космических станций на месте.

3.4. Сингапурские инженеры создали прототип спутника – Astroscale, который будет собирать космический мусор, находящийся на орбите Земли. **Спутник – липучка.** Он весит 120 килограмм и состоит из двух частей – Mother и Boy. Оборудование, размещенное на этом спутнике, позволит самостоятельно обнаруживать мусор, а также двигаться по направлению к нему. Часть спутника Boy, будет непосредственно собирать мусор с орбиты, размещена на верхней части компонента Mother и должна будет от него отделиться в космосе.

На его поверхности размещены листы, покрытые специальным клеем, которые будут цеплять мусор размером более 10 сантиметров. После того, как спутник насобирает мусор, он вернется в атмосферу Земли для того, чтобы уничтожить себя и налипший мусор.



В Федеральную космическую программу России на 2016—2025 годы включено создание к 2025 году «уборщика» мусора с геостационарных орбит (на которых на 2014 год находится до 1000 неэксплуатируемых объектов). Планируется, что в течение полугода каждый «Ликвидатор» будет переводить на орбиту захоронения до 10 объектов.

В 2019 году инженер-исследователь Мария Баркова, сотрудник холдинга «Российские космические системы», на выставке «Архимед-2019» в Москве представила проект космического аппарата, который сможет собирать космический мусор и перерабатывать его в топливо. Согласно сообщению холдинга, новая разработка получила обозначение СКМ (сборщик космического мусора).

Российский проект СКМ предполагает создание космического аппарата, оснащенного двумя титановыми сетями. Последние с помощью системы тросов смогут собирать космический мусор. При натяжении тросов сети будут утрамбовывать собранный мусор, который затем будет подаваться в двухвалковый измельчитель, а потом — в барабанно-шаровую мельницу.

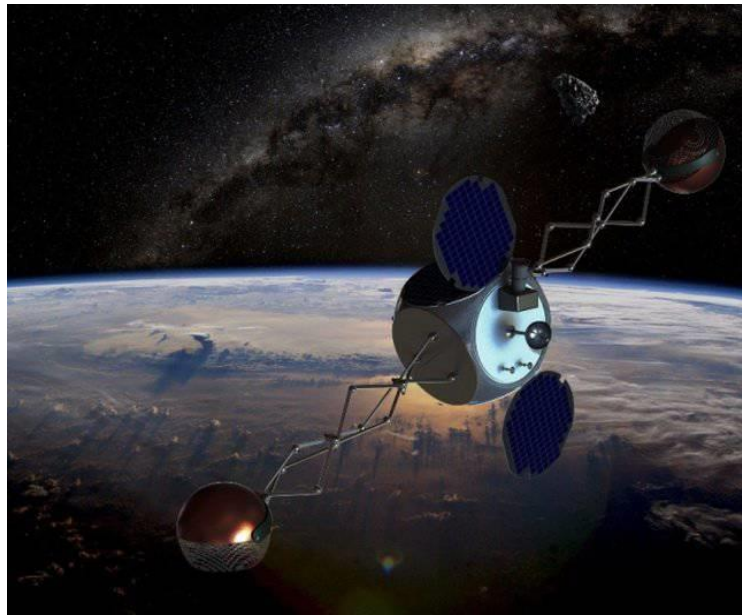
Из мельницы уже будет выходить мелкодисперсный порошок. Затем этот порошок будет подаваться в камеру сгорания, где, смешиваясь с кислородом и водородом, будет сгорать. Производить кислород и водород планируется на борту СКМ в регенераторе.

Используя топливную смесь СКМ сможет подниматься все выше и выше, попутно собирая мусор. Это будет продолжаться до тех пор, пока «космический мусорщик» не достигнет собственной орбиты захоронения. Помимо основного аппарат получит маневровые двигатели.

По проекту, масса аппарата составит 2,5 тонны. За один цикл, состоящий из захвата, измельчения и переработки, аппарат сможет утилизировать до 500 килограммов мусора. Предполагается, что начинать работу СКМ будет с орбиты высотой 400 километров, а целевыми для него будут орбиты высотой от 800 до 1500 километров.

Сотрудник Техасского сельскохозяйственного университета Джонатан Миссель предлагает создать аппарат – мусорщик многоразового использования. Разработанная им совместно с коллегами система под названием TAMU Space Sweeper со спутником Sling-Sat (спутник-праща) оснащена специальными настраиваемыми «руками».

Такой спутник после своего сближения с космическим мусором захватывает его специальным манипулятором. При этом по причине разных векторов движения Sling-Sat начинает закручиваться, но благодаря регулируемому наклону и длине «рук» данный маневр является полностью



контролируемым, что позволяет, вращаясь наподобие футбольного мяча, осмысленно менять собственную траекторию, отправляя «спутник-пращу» навстречу следующим кускам космического мусора.

В тот момент, когда спутник оказывается на траектории движения к второму космическому объекту, первый элемент космического мусора будет отпущен им во время вращения. Причем произойдет это под таким углом, чтобы образец космического мусора гарантировано врезался в атмосферу нашей планеты, сгорев в ней. Добравшись до второго объекта космического мусора, данный спутник повторит проделанную операцию и будет делать так всякий раз, получая при этом дополнительный заряд кинетической энергии от космического мусора и одновременно, отправляя его назад на Землю к породившей его планете.

В данном конкретном случае, объекты космического мусора надо будет ловить и бросать на лету, справится ли с этим TAMU Space Sweeper, вопрос открытый.

Проведенное компьютерное моделирование показывает, что предложенная схема обладает высокой теоретической топливной эффективностью. И это понятно: в случае со «спутником-пращей» энергию предполагается брать от достаточно давно уже разогнанных до 1-й космической скорости кусков

спутников и ракет, а не из топлива, которое к нашему сборщику мусора пришлось бы доставлять с Земли.

Разумеется, у представленной Мисселем концепции есть достаточно узкие места. Стоит отметить, что ни один из кусков космического мусора, естественно, не приспособлен для ловушки манипулятора и самое главное – для высоких ускорений во время интенсивного вращения. В том случае, если кусок будет слишком большим и тяжелым, его энергия во время вращения может оказаться достаточной для разрушения самого себя, а также манипулятора. В то же время создание вместо одного объекта космического мусора большого количества других вряд ли приведет к улучшению ситуации в космосе на низких околоземных орбитах. При этом, безусловно, идея видится интересной, а в случае адекватного технического воплощения – эффективной.

Минусы: собирать обломки при помощи космических аппаратов – мусорщиков безумно дорого. Невозможность использовать их снова.

Плюсы: возможность уборки крупных обломков, превышающие собственные размеры

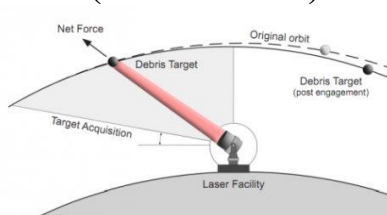
Метод: **Спутники, разрушающие обломки мощным лазерным лучом или ионными пучками**



Минусы:

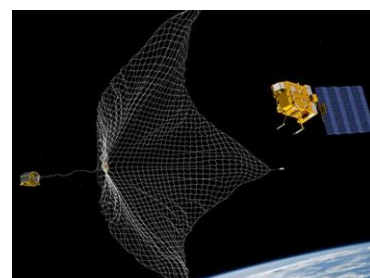
- дорого;
- при воздействии лазером обломков становится еще больше;
- энергии солнечных

Наземные лазеры, или на МКС, которые должны тормозить обломки для входа в атмосферу (Laser broom)



- так как нельзя обесточить МКС, лазер будет потреблять лишь 5% доступной энергии от МКС. Это ограничит

Аппараты – мусоросборщики



- дорого;

- опасность столкновения с обломками мусора и разрушение как следствие;

	батарей не хватит для перемещения спутника;	возможность длительности выстрела 10 секундами, а 200 секунд будет уходить на перезарядку	- невозможность использовать их несколько раз
Плюсы:	- дополнительное оборудование для мгновенного управления таким спутником	- многократное использование лазера	- возможность уборки крупных обломков, превышающие собственные размеры
	- возможность контролировать траекторию обломков		

6. Меры по предупреждению и предотвращению образования космического мусора. Что можно делать уже сегодня.

1). Дополнительные системы управления спутниками.

Есть возможность оснащать спутники дополнительными системами управления, способными в случае поражения аппарата частицами мусора уводить его с рабочих орбит или притормаживать, чтобы, войдя в атмосферу, они сгорали в ней. Предполагается, что «кладбища спутников» будут располагаться на 200–300 км выше зоны геостационарных орбит. В Советском Союзе и России для космических станций, грузовых и транспортных кораблей, выполнивших программу, предусмотрен такой управляемый вход в атмосферу, при котором несгоревшие элементы падают в океан.

2). Специальные защитные щиты.

У МКС существуют специальные щиты, которые защищают станцию от космического мусора размером до 1 см. При этом все, что крупнее 1 см запросто пробивает эти щиты. Один из таких экранов изготовлен во Фрайбурге по заказу Европейского космического агентства для научно-исследовательского лабораторного модуля «Колумбус». Один из его разработчиков – Франк Шефер.

Речь идёт 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 слоёв: снаружи – листовой алюминий, под ним – керамические и полиамидные волокна. Конечно, ещё 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 тяжёлым, 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.

Если станции угрожают объекты крупнее 5-10 см, МКС может скорректировать свою позицию и избежать столкновения (это и происходит не реже одного раза в год).

На Международной космической станции будет установлен уникальный детектор «орбитального мусора». По сообщению представителей НАСА, это устройство поможет собрать хорошую статистику техногенного загрязнения космоса.

Площадь создаваемой «ловушки» составляет 10 кв. м. Она будет выполнена из так называемого аэрогеля - самого легкого из твердых материалов, а также набора датчиков, фиксирующих в режиме реального времени попадание частиц космического мусора.

3). Оснащение разгонных блоков ракет системами слива топлива.

В международные правила использования космоса внесены требования оснащать разгонные блоки ракет системами слива топлива. Оказавшись в космосе, после завершения работы космические аппараты в обязательном порядке должны открыть клапаны и выбросить излишки горючего. Из-за особенностей топлива и невозможности полностью выбросить его из

резервуаров взрываются даже «опустошенные» баки. А значит, необходимо предпринять меры по совершенствованию конструкции космических ракет.

4). Ограничение доступа на геостационарную орбиту.

В космосе нет межгосударственных границ, поэтому долгое время космические державы размещали свои спутники там, где считали нужным. В результате ёмкость так называемых «удобных» орбит уже сегодня практически исчерпана. На низких околоземных орбитах, то есть на высотах до двух тысяч километров, сегодня находятся несколько сотен активных и более двух с половиной тысяч уже не действующих спутников, и численность этих аппаратов стремительно растёт. Ещё хуже обстоят дела на геостационарной орбите, расположенной на высоте около 36-ти тысяч километров. Её главное достоинство в том, что находящиеся на ней спутники неподвижны относительно Земли. Это позволяет вести с них наблюдение и обеспечивать надёжную связь на территории, превышающей 90% земной поверхности. Чтобы предотвратить перенасыщение геостационарной орбиты, ООН объявила её «ограниченным природным ресурсом», и теперь места там «выдаются» строго по заявкам.

5). Использование остатков топлива для перевода спутников на траекторию снижения.

На борту спутников должны присутствовать резервные запасы топлива, чтобы по истечении срока работы увести аппараты в специально отведенные районы околоземных орбит или направить к Земле.

Именно таким образом 23 марта 2001 года прекратила свое существование космическая станция «Мир». По команде с Земли двигатели космического корабля начинают торможение. Потеряв скорость, корабль сходит с орбиты. В плотных слоях атмосферы аппарат частично или полностью сгорает. Как правило, поверхности земли достигают тугоплавкие элементы корабля. Свыше 1500 обломков общей массой 25 тонн упали и затонули в южной части Тихого океана восточнее Новой Зеландии, на 40-й параллели недалеко от острова Рождества, в полосе шириной 200 км и длиной 3000 км. Этот район получил

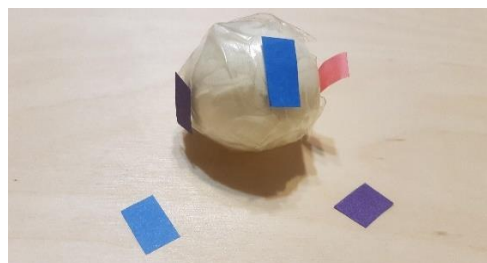
название «кладбища космических кораблей». И по сей день он используется для затопления частей космических аппаратов, возвращающихся с орбиты. Уже в 2005 году там были затоплены корабли серии «Прогресс» - М51 (11 марта), М52 (16 июня) и М53 (8 сентября). Корабль «Прогресс» - М54 должен был быть затоплен в декабре 2005 года, однако в Центре Управления Полетом было принято решение оставить его на орбите до марта 2006 года, чтобы как можно полнее заполнить его бытовыми отходами МКС.

Спутники, работающие на высоких орбитах, возвращать на Землю слишком дорого. И по завершении их работы выводят на, так называемую, «орбиту захоронения».

7. Выводы

Изучив, все предлагаемые методы по уборке космического мусора с околоземных орбит, я предлагаю рассмотреть следующий вариант:

- 1) с Земли запускать ракету-носитель с аппаратом-уборщиком на его борту;
- 2) ракета-носитель выводит на орбиту аппарат – уборщик круглой формы с липкой поверхностью;
- 3) аппарат – уборщик оснащен двигателями и жидким составом, похожим на клей, который необходим для многократного использования, а именно обработки поверхности аппарата – уборщика;
- 4) аппарат движется по орбите вокруг Земли, на его пути встречается множество мелких и средних обломков, космический мусор, который будет прилипать на липкую поверхность аппарата – уборщика;
- 5) когда масса аппарата – уборщика вместе с мусором достигнет критической отметки, например, 500 кг, то с Земли запускаться процесс движения этого аппарата к нижней орбите Земли для сгорания накопленного мусора;



б) внутри аппарата – уборщика есть механизм, который запускает процесс «самоочищения», т.е. вся липкая поверхность, на которую прилип космический мусор, отстегивается/отстреливается и направляется в атмосферу Земли для сгорания налипшего мусора;



7) сам аппарат – уборщик при этом остается в космосе. Запускается процесс обливания его поверхности новым липким слоем, и он продолжает свою работу по уборке мусора.

До сих пор не найдено практичного решения проблемы космического мусора. За некоторыми такими скоплениями мусора ведется наблюдение с Земли, но как их убрать из космоса – технологии пока нет. Поэтому, на мой взгляд в ближайшее время человечеству необходимо уделять пристальное внимание мерам контроля, которые будут исключать образование мусора: предотвращение взрывов на орбите, увод отработавших ресурс КА на места скопления мусора (мусорные полигоны), а также торможение об атмосферу. К сожалению, сегодня чем больше аппаратов человечество запускает в космос, тем менее пригодным он становится для использования.

9. Список литературы

- 1) Под редакцией Макарова Ю., Мониторинг техногенного засорения околоземного пространства и предупреждение об опасных ситуациях, создаваемых космическим мусором. РИНФО, 2015
- 2) Клугер, Д. Космический мусор продолжает падать мне на голову [электронный ресурс]. – режим доступа: URL: <http://inosmi.ru/world/20111011/175809280.html>
- 3) Вениаминов С. С. Космический мусор – угроза человечеству. 2-е издание, исправ. и доп. М.: ИКИ РАН, 2013. (Сер. Механика, управление, информатика). 208с
- 4) Космический мусор. В 2 кн. Кн. 2. Предупреждение образования космического мусора / Яковлев М.В., Логинов С.С., Юраш В.С. и др., под науч. ред. Г.Г.Райкунова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 188 с. –ISBN 978-5-9221-1504-9
- 5) Логинов С.С., Усовик И.В., Яковлев М.В. и др. Бесконтактный увод объектов космического мусора из защищаемой области геостационарной

орбиты. Королёв, Космонавтика и ракетостроение, 2017 г., выпуск № 5(98), с. 28-36.

- 6) Баркова М.Е. Космический аппарат для утилизации космического мусора в околоземном пространстве // Труды МАИ. 2018. № 103. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=100712>
- 7) В.В. Подвысоцкий. Некоторые способы использования космического паруса. 22 с. <http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/86.pdf>.
- 8) Баранов Д.А., Макаров Ю.Н., Трушляков В.И., Шатров Я.Т. Проект создания автономной бортовой системы увода отработавших ступеней ракет-носителей в заданные области/ Космонавтика и ракетостроение №50 (84), 2015. С. 76 – 82
- 9) Трушляков В.И., Юдинцев В.В., Макаров Ю.Н., Шатров Я.Т. Способ проведения лётно-конструкторских испытаний автономного стыковочного модуля для очистки орбит от космического мусора // Патент №2643020 РФ/ Опуб. 29.01.18 г. Бюл. №4/