

УДК 629.78

РОССИЙСКИЙ СТАНДАРТ ПО СНИЖЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА КАК ФАКТОР ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СЛУЧАЕВ ФРАГМЕНТАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ СПУТНИКОВ

Хотенов Кирилл Александрович

Студент 2 курса (специалитет)

Кафедра «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Т.И. Маслова,

старший преподаватель кафедры "Инженерная графика"

Начало освоения человеком космического пространства с конца 50-х годов не только принесло новые знания и технологии, но и породило международную проблему, которая получила название «космический мусор». Под космическим мусором подразумеваются все искусственные объекты и их фрагменты в Космосе, которые уже неисправны, не функционируют и никогда более не смогут служить никаким полезным целям, но являющиеся опасным фактором воздействия на функционирующие космические аппараты, особенно пилотируемые [2]. По данным Европейского космического агентства (ESA) на июль 2024 года, число объектов на околоземной орбите достигло рекордных значений: свыше 35000 объектов диаметром более 10 сантиметров (сюда входят 9100 работающих спутников и 26000 фрагментов космического мусора) [3]. Также на орбите находится свыше миллиона фрагментов и обломков диаметром от одного до 10 сантиметров.

Главным источником мелких фрагментов на орбите сегодня являются не столкновения спутников друг с другом, а так называемые события фрагментации, разрушение аппаратов по различным внутренним причинам [1]. Больше всего загрязняют космическое пространство СССР/Россия, США, Китай из-за масштабов их космической деятельности. Важно понимать, что любая страна, запускающая объекты в космос, несет ответственность за минимизацию образования мусора.

Цель данного исследования заключается в изучении российского стандарта по снижению количества космического мусора. Для реализации цели поставлены задачи: ознакомиться с терминами и определениями стандарта; рассмотреть требования стандарта по предотвращению непреднамеренных и преднамеренных разрушений космических средств, по предотвращению их столкновений с космическими объектами; изучить способы увода отработавших космических аппаратов в зоны захоронения.

ГОСТ Р 52925-2018 «Изделия космической техники. Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства» знакомит нас с необходимыми терминами. Космическим объектом считается тело искусственного происхождения, находящееся в околоземном пространстве. Околоземное космическое пространство определяется как сферический слой, имеющий внутренний радиус 6478 км (экваториальный радиус Земли 6378 + 100 км) и внешний радиус 44164 км (радиус геостационарной орбиты 42164 км + 2000 км).

Защищаемой областью геостационарной орбиты является часть сферического слоя околоземного космического пространства, определяемая из следующих условий:

- нижняя высота равна высоте геостационарной орбите минус 200 км;
- верхняя высота равна высоте геостационарной орбите плюс 200 км;
- высота геостационарной орбиты равна 35786 км.

Защищаемая область низких околоземных орбит определена стандартом как сферический слой околоземного космического пространства, имеющий внутренний радиус 6478 км (экваториальный радиус Земли 6378 + 100 км) и внешний радиус 8378 км (экваториальный радиус Земли 6378 км + 2000 км).

Требования настоящего стандарта к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного пространства необходимо включать в виде отдельного раздела в техническое задание на вновь создаваемые и модернизируемые космические средства. В проектную и эксплуатационную документацию на все космические средства следует включать описание особенностей конструкции и функционирования космических аппаратов и орбитальных ступеней ракеты-носителя, дающих информацию о возможных источниках образования космического мусора (твердом топливе, химических источниках электрического тока, ёмкостях под давлением, топливных баках и трубопроводах, устройствах со значительным запасом кинетической энергии, системах отделения полезной нагрузки, системах разворачивания складных и трансформируемых конструкций, защитных крышках бортовых приборов и заглушек, системах самоликвидации, покрытиях наружных поверхностей и т.п.).

Проблему удаления космических объектов после их активного функционирования решают меры по уводу космических аппаратов в зону захоронения или их пассивация. Увод определяется стандартом как действия по изменению орбиты космического средства для снижения опасности, представляемой этим средством для других космических средств. Область увода космического объекта (зона захоронения) представляет собой область околоземного космического пространства, в которую уводится космический объект после окончания активного функционирования в целях уменьшения опасного столкновения с другими космическими объектами [4].

Существуют различные варианты увода спутников с орбиты путем торможения (рис.1):

- с помощью надувного баллона с газом – за счет сопротивления воздуха;
- с помощью пленки, натянутой на телескопических штангах – за счет сопротивления воздуха;
- с помощью ленты с противовесом – за счет градиента гравитации;
- с помощью проводящего троса – за счет магнитных полей.

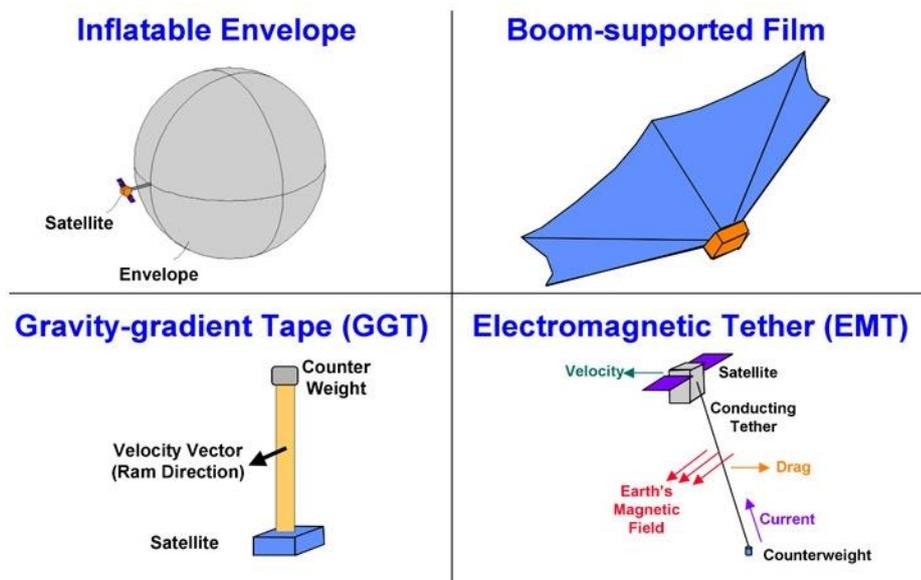


Рис. 1. Варианты устройств для увода спутников с орбиты путем торможения [5].

Пассивация определяется стандартом как удаление всех запасов энергии на борту космического средства, а также его активных систем по завершении его функционирования. Пассивацию осуществляют, встраивая в баки клапаны, которые стравливают пары топлива. Другой вариант заключается в обеспечении работы двигателей до полной выработки топлива, при этом понижая орбиту аппаратов.

Таким образом, российский национальный стандарт по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства содержит общие требования к космическим средствам, необходимые для применения на всех этапах жизненного цикла космических объектов искусственного происхождения, от технического задания и проектирования до эксплуатации и утилизации. Стандарт показывает решение проблемы удаления космических объектов после их активного функционирования способом пассивации и увода спутников с орбиты путем торможения. Российский стандарт по снижению количества космического мусора имеет большое значение для предотвращения случаев фрагментации отработавших спутников.

Литература

1. Лященко В. П. Космос и сверхмалые космические аппараты: разработка, создание, применение, утилизация и перспективы развития // В. П. Лященко. – Москва: Экономика, 2020. – 349 с.
2. Морозов И. Д., Фарафонтова Е. Л. Правовая сторона проблемы космического мусора // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovaya-storona-problemy-kosmicheskogo-musora> (дата обращения: 16.02.2025).
3. Отчет ЕКА о состоянии космической среды за 2024 год [Электронный ресурс] // URL: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_Space_Environment_Report_2024 (дата обращения: 16.02.2025).
4. ГОСТ Р 52925-2018 Изделия космической техники. Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения околоземного космического пространства [Электронный ресурс] // URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/69753/> (дата обращения: 23.03.2025).
5. Мусорный пояс. Сколько обломков космических аппаратов находится на орбите и как их оттуда убрать [Электронный ресурс] // URL: <https://nplus1.ru/material/2018/04/03/space-debris> (дата обращения: 23.03.2025).