



Генеральная Ассамблея

Distr.  
GENERAL  
A/AC.105/620  
21 November 1995  
RUSSIAN  
Original: ENGLISH

КОМИТЕТ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

**МЕРЫ, ПРИНИМАЕМЫЕ КОСМИЧЕСКИМИ АГЕНТСТВАМИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕМПОВ  
ОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА ИЛИ ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ**

Доклад Секретариата

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Страница</u>
ВВЕДЕНИЕ .....	1-3	2
I. МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ЗАПУСКЕ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ .....	4-12	2
II. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СЛУЧАЙНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА .....	13-20	4
III. ЗАЩИТА КОСМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЫ .....	21-27	5
IV. ЗАЩИТА ДЕЙСТВУЮЩИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОТ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА .....	28-29	6
V. РЕКОМЕНДАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ АСТРОНАВТИКИ ..	30	7

## ВВЕДЕНИЕ

1. На своей тридцать второй сессии Научно-технический подкомитет Комитета по использованию космического пространства в мирных целях решил, что было бы целесообразно обобщить информацию о различных мерах, принимаемых космическими агентствами для снижения темпов образования космического мусора или его потенциальной опасности, и содействовать их внедрению членами международного сообщества на добровольной основе (A/AC.105/605, пункт 80).

2. Эта рекомендация была поддержана Комитетом по использованию космического пространства в мирных целях на его тридцать восьмой сессии<sup>1</sup>.

3. Настоящий доклад подготовлен Секретариатом во исполнение этой просьбы и основан на информации, представленной государствами-членами, а также национальными и международными космическими организациями.

### I. МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ЗАПУСКЕ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

4. Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов Америки в начале 80-х годов разработало стратегии по предупреждению образования космического мусора после того, как было отмечено, что верхние ступени ракет на самовоспламеняющемся топливе часто взрывались спустя некоторое время после выполнения своей задачи. Латентный период длился от нескольких недель до 16-27 лет. Анализ конструкции ступеней позволил определить ряд потенциальных видов отказа, которые, возможно, являлись причиной наблюдавшихся взрывов. Во всех случаях происшествие происходило из-за неизрасходованного высокоэнергетического ракетного топлива, которое оставалось на борту после окончания работы стартовой ступени. С тех пор используется ряд различных методов для сжигания или дренажа сохранившегося горючего и вытесняющего газа, а также для размыкания электрических цепей и отключения аккумуляторных батарей.

5. Все американские системы ракет-носителей вскоре после отделения космических аппаратов выполняют определенные маневры, позволяющие избежать загрязнения и столкновения. Элементы системы отцепки КА, как правило, остаются на верхней ступени. Первоначальные операции по израсходованию запаса энергии были разработаны в 1981 году, когда были отмечены взрывы вторых ступеней РН "Дельта" спустя некоторое время после завершения доставки на орбиту полезной нагрузки. Результаты проведенного анализа указали на возможность разогрева остатков ракетного топлива, четырехокси азота и гелия до температур, при которых создававшееся давление превышало прочность материала. При разрушении конструкции бака ракетное топливо воспламенялось и происходил взрыв ступени. Подтверждением этому выводу служит распад на отдельные части второй ступени РН "Дельта-111", произошедший 1 мая 1991 года после 16 лет пребывания на орбите. Полное дожигание топлива впервые было осуществлено на практике в сентябре 1981 года - всего лишь через четыре месяца после начала исследования. С тех пор не взорвалась ни одна из ступеней РН "Дельта", у которых были проведены операции по израсходованию запаса энергии.

6. Что касается ракеты "Центавр", используемой на стартовых ускорителях "Титан" и "Атлас" для вывода спутников на геосинхронную орбиту, то маневр для избежания столкновения выполняется таким образом, что ступень "Центавра" разгоняется и переводится на орбиту захоронения выше дуги геостационарной орбиты. Во всех случаях двигатели работают до полного израсходования топлива, чтобы запас энергии не мог привести к взрывам вследствие создания избыточного давления. После полного дожигания топлива производится дренаж вытесняющего газа.

---

<sup>1</sup>Официальные отчеты Генеральной Ассамблеи, пятидесятая сессия, Дополнение N° 20 (A/50/20), пункт 76.

7. Для уничтожения последней ступени РН "Титан" она обычно оставляется на баллистической траектории возвращения в атмосферу. При коммерческих запусках РН "Титан-2", когда срок существования ступени на орбите является ограниченным, ступень модифицируется таким образом, чтобы в ней не создавалось избыточного давления в период, предшествующий возвращению в атмосферу. До настоящего времени эта задача решалась путем применения терморегулирующих красок. Применительно к вариантам РН "Титан-2" с увеличенной грузоподъемностью за счет связки твердотопливных ракетных ускорителей на первой ступени будут использоваться операции, аналогичные тем, которые применяются на РН "Дельта".

8. Что касается ракет-носителей "Титан-3" и "Титан-4", то после отделения полезной нагрузки и выполнения маневра для избежания столкновения и загрязнения осуществляется полное дожигание топлива второй ступени, чтобы, как правило, обеспечивался сход ступени с орбиты. В этом случае верхняя ступень должна обеспечивать принятие мер, сводящих к минимуму образование мусора. Наиболее часто используемой верхней ступенью является упомянутая выше ракета "Центавр".

9. Могут использоваться также такие созданные в Соединенных Штатах верхние ступени ракет, как разгонный блок полезной нагрузки (РАМ-D2), "Транстэйдж", инерциальная верхняя ступень (IUS) и межорбитальный транспортный аппарат (МТА); однако эти ступени не используются и не планируется использовать, учитывая необходимость совершения маневров для предупреждения образования мусора, и точные процедуры их применения до сих пор не определены. Ракета "Транстэйдж" позволяет производить повторный запуск двигательной установки, и поэтому для нее могут быть использованы операции, аналогичные тем, которые применяются для ступеней "Дельта" или "Центавр". Все остальные перечисленные верхние ступени имеют твердотопливные ракетные двигатели и после отделения полезной нагрузки имеют ограниченную возможность маневрирования с помощью системы ориентации.

10. Национальный центр космических исследований (КНЕС) Французского космического агентства совместно с компанией "Арианспейс" при запуске спутников на низкие круговые орбиты (например, спутника наблюдения Земли (СПОТ-2), Европейского спутника дистанционного зондирования (ERS-1) и спутников "Топекс/Посейдон") в целях предупреждения взрывов стали осуществлять дренаж остатков топлива из верхней ступени РН "Ариан". Начиная с полета V-59, дренаж топлива из третьей ступени обязательно производится независимо от типа намеченной орбиты.

11. Будущая политика КНЕС в отношении предупреждения образования космического мусора предусматривает следующее:

a) ракета-носитель может оставлять на орбите не более одного инертного объекта (единицы мусора) на запущенный спутник;

b) все оставляемые на орбите объекты (независимо от параметров орбиты) должны полностью пассивироваться во избежание каких-либо дальнейших взрывов после выполнения полетного задания. Активные элементы, например, аккумуляторные батареи или баки с остатками ракетного топлива, после вывода спутников на орбиту должны переводиться в полностью инертное состояние;

c) отделение от последней ступени должно производиться чисто, и во избежание образования рабочего мусора необходимо улавливать пиротехнические болты и хомуты;

d) следует избегать использования твердотопливных двигателей для создания разгонного импульса тяги в перигее, которые выделяют алюминиевые частицы;

e) все другие ступени должны естественным образом возвращаться в атмосферу или спускаться с орбиты.

12. Для верхней ступени китайской РН "Лонг Марч-4" создана специальная система стравливания. Эта система после отделения спутника должна обеспечивать выпуск остатков топлива из бака и остатков газа из резервуара вытеснительной системы в разгонной ступени, для того чтобы избежать опасности распада верхней ступени на орбите. Для обеспечения скорейшего возвращения в атмосферу верхней ступени усовершенствованной РН "Лонг Марч-2" будет использоваться техника схода с орбиты.

## II. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СЛУЧАЙНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

13. Существуют различные виды орбитальных объектов; наиболее многочисленными из них являются частицы мусора, образовавшегося в результате взрывов. Во избежание случайного образования в больших количествах космического мусора Национальное агентство по освоению космического пространства (НАСДА) Японии применяет меры по сливу остатков ракетного топлива (жидкого кислорода (ЖК), жидкого водорода (ЖВ),  $N_2H_4$ ) и остатков газообразного гелия из второй ступени ракет-носителей Н-I и Н-II. Принимаются меры к тому, чтобы недопускать сброс механических узлов при отделении спутников или разворачивании опоры солнечных батарей, за исключением некоторых случаев, например, при отделении отработанного апогейного двигателя геостационарного метеорологического спутника. Для предотвращения непреднамеренного разрушения в космосе второй ступени РН Н-II система ликвидации по команде отключается сразу же после вывода на орбиту, и ее пиротехническое устройство покрывается теплоизоляцией, чтобы недопустить его спонтанного включения.

14. НАСА проводит исследования в целях определения экономически эффективных возможностей выполнять требование спуска объектов с орбиты. В целом для защиты будущей среды достаточно снизить перигей орбиты, с тем чтобы срок существования на орбите не превышал 25 лет. Такой маневр эффективен потому, что при более низкой высоте перигея, на которой действует сила лобового сопротивления, апогей орбиты быстро перемещается из зоны наибольшего риска, и в период длительного вырождения орбиты риск является минимальным. Для целей планирования полетов и руководства ими предлагается объединить это требование с другими переменными, используемыми при расчете имеющегося эксплуатационного резерва. Поскольку фактические летно-технические характеристики бывают разными, существует вероятность того, что не во всех случаях имеющиеся остатки топлива для совершения маневра обеспечат желаемое снижение, однако в целом цель будет достигнута. Естественно, что всем операторам необходимо внедрить такую практику одновременно, поскольку ее принятие лишь одним из операторов не принесет сколь-нибудь существенных результатов.

15. Крупная компания в Соединенных Штатах, которая отвечает за создание системы "Иридиум", состоящей из 66 взаимосвязанных малоразмерных коммуникационных спутников, с самых первых этапов осуществления этой программы предусматривала меры по предупреждению образования мусора. Наиболее важной мерой в рамках исходной концепции функционирования этой системы было обеспечение схода с орбиты отработанных космических аппаратов. Эта концепция предусматривала также выбор орбит, сводящих к минимуму риск столкновения как с собственными космическими аппаратами этой компании, так и с другими объектами, обеспечивая при этом минимальное образование мусора в связи с выводением космических аппаратов на орбиту и вводом их в эксплуатацию. Позднее в эту концепцию были внесены изменения, учитывающие риск взрыва и необходимость автономного осуществления самими КА операций по уменьшению количества мусора. Расчетные орбиты спутников в системе были, в частности, скорректированы таким образом, чтобы в полярной зоне (месте пересечения всех орбит) дистанция пролета составляла более 100 км. Кроме того, на основе полученной от различных поставщиков информации было определено, что опасность взрыва может исходить лишь от никель-водородных батарей и используемого в качестве топлива гидразина, и были предусмотрены меры, чтобы свести к минимуму такую возможность.

16. На эксплуатационном этапе проекта "Иридиум" предусматривается использование вспомогательных средств программирования, которые (в определенных обстоятельствах) дадут космическому аппарату команду на включение двигателя для полного израсходования топлива и для уменьшения высоты перигея в зависимости от того, какую возможность он может использовать. Особое внимание уделяется необходимости ухода неисправных КА с рабочей орбиты и перевода их в безопасное, в том что касается возможности взрыва, состояние. Оператор системы "Иридиум" согласился с основными принципами спуска космических аппаратов с орбиты, предусматривающими иногда возможность спуска с орбиты полностью исправных космических аппаратов из-за того, что остатка топлива хватает только для отработки тормозного импульса.

17. К настоящему времени возможности удаления мусора использовались лишь в редких случаях, например, путем снятия с орбиты с помощью МТКК США "Спейс шаттл" или путем спуска с орбиты. В рамках программы пилотируемых космических полетов Российской Федерации, как и в рамках

аналогичной программы бывшего Союза Советских Социалистических Республик, удаление мусора постоянно осуществлялось путем спуска с орбиты и обеспечения падения в океан транспортных грузовых космических аппаратов "Прогресс" и стареющих орбитальных станций (за исключением спутника "Космос-557", станции "Салют-2" и комплекса "Салют-7/Космос-1686"). Большинство возвращавшихся в атмосферу космических аппаратов и верхних ступеней разрушались в результате нагрева при спуске в атмосфере. В редких случаях (спутник "Космос-954" и станции "Скайлэб" и "Салют-7/Космос-1686") отдельные твердые осколки достигали поверхности Земли.

18. Согласно результатам проведенного в Китае исследования относительно предупреждения образования космического мусора, на этапе проектирования не требуется принимать никаких мер в отношении тех деталей и узлов спутников и ступеней РН, которые либо не выводятся на космическую орбиту, либо вскоре после такого вывода могут быть возвращены в атмосферу. Что касается деталей и узлов, выводимых на орбиту на более продолжительное время, то во избежание образования дополнительного мусора необходимо принимать меры для их связывания с основным объектом. Для проведения научных экспериментов в космосе Китай, по возможности, использует возвращаемые спутники, способствуя тем самым сокращению числа спутников, брошенных на орбите. Принимаются также меры по улучшению конструкции, совершенствованию методов запуска и повышению надежности спутников и ракет-носителей.

19. В целях сведения к минимуму образования космического мусора канадская программа "Радарсат" установила общесистемное требование, согласно которому должен удерживаться любой твердый мусор, образующийся в результате действия механизма фиксации/отцепки; это значит, что всем подрядчикам требуется конструировать системы, не допускающие сброса мусора космическим аппаратом во время его эксплуатации на орбите.

20. В период срока службы планируемого КА "Энвисат" Европейского космического агентства (ЕКА) будет исключена возможность образования связанных с этим полетом объектов. В конце срока службы этого КА предусматривается осуществить контролируемую продувку резервуаров под давлением, дренаж остатков топлива, разрядку батарей и выключение системы энергоснабжения.

### **III. ЗАЩИТА КОСМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЫ**

21. В целях сведения к минимуму образования космического мусора в районе геостационарной орбиты (ГСО) Международная организация спутниковой связи (ИНТЕЛСАТ) приняла следующую практику:

а) ИНТЕЛСАТ после окончания срока службы своих спутников связи будет переводить их на орбиту, расположенную по меньшей мере на 150 км выше дуги геостационарной орбиты. Планируемое повышение орбиты для спутника INTELSAT-IV и всех последующих спутников этой серии составит 300 км;

б) ИНТЕЛСАТ будет препятствовать применению компаниями, которые создают для нее космические аппараты, конструкций, которые предусматривают отбрасывание каких-либо деталей космических аппаратов, особенно вблизи ГСО. Так, корпуса твердотопливных двигателей и упаковка кабеля панели солнечных батарей будут оставаться прикрепленными к космическим аппаратам.

22. Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии признает уникальность геостационарной орбиты и необходимость сохранения этого имеющего общемировое значение ресурса для освоения и эксплуатации в будущем. В этой связи в отношении управляемых Соединенным Королевством геостационарных спутников связи серии "Скайнет" действуют следующие эксплуатационные требования:

а) для всех спутников, которые в настоящее время находятся на орбите, предусмотрен запас топлива, по окончании срока службы позволяющий произвести трехимпульсный маневр для перехода на круговую орбиту, расположенную по меньшей мере на 150 км выше геостационарной орбиты;

b) требования к конструкции серии будущих спутников предусматривают возможность перехода по окончании срока службы с помощью аналогичного трехимпульсного маневра на орбиту, расположенную по меньшей мере на 500 км выше геостационарной орбиты.

23. Во всех случаях в целях устранения возможности взрыва будут предусматриваться соответствующие рабочие операции для пассивирования всех энергетических подсистем после перевода спутника на орбиту захоронения.

24. На более высокие орбиты были переведены следующие геостационарные спутники ЕКА: OTS-2 (обращается по орбите на 318 км выше ГСО), GEOS-2 (260 км), "Метеосат-2" (334 км), ECS-2 (335 км); а спутник "Олимпус-1" (вследствие неисправности оставлен на орбите, расположенной на 213 км ниже ГСО).

25. Аналогичным образом Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (НОАА) Соединенных Штатов переводит на орбиту захоронения и пассивирует свои непригодные метеорологические спутники серии GOES (геостационарный эксплуатационный спутник наблюдения за окружающей средой). Политика НОАА предусматривает их увод на "сверхсинхронную" орбиту, расположенную по меньшей мере на 250 км выше ГСО, израсходование всех остатков топлива и сведение к минимуму опасности для других космических аппаратов на ГСО. После завершения этапа разгона или увода космические аппараты пассивируются путем передачи с помощью электронной аппаратуры команд на отключение всех линий связи с Землей, схемы защиты от понижения напряжения в батарее, а также телеметрических подсистем.

26. Используя эту процедуру, спутник SMS-1 был уведен на орбиту захоронения на 500 км выше ГСО, спутник SMS-2 - примерно на 245 км выше ГСО и спутник GOES-4 - примерно на 277 км выше ГСО. Спутники GOES-1, GOES-5 и GOES-6 в отсутствие замены им эксплуатировались на ГСО до тех пор, пока полностью не было израсходовано топливо. Эти спутники были пассивированы, но при этом оставлены в районе ГСО. На будущих эксплуатационных метеорологических спутниках GOES НОАА планирует оставлять достаточный запас топлива для выполнения маневров разгона. В современных космических аппаратах серии GOES I-M помимо рассчитанного на 5 лет работы запаса топлива предусмотрен запас топлива для отработки тормозного импульса.

27. Число объектов на геостационарной переходной орбите (ГПО) постоянно растет, что является опасным для будущей космической деятельности, учитывая их значительную продолжительность существования на орбите. В настоящее время в Японии принимаются меры к тому, чтобы сократить срок существования на орбите второй ступени ракеты-носителя Н-П. Так, вторая ступень (1994-056В) РН Н-П, второй запуск которой был произведен 28 августа 1994 года, была переведена с ГПО с апогеем 36 346 км и перигеем 251 км на более низкую орбиту с апогеем 32 298 км и перигеем 150 км за счет работы двигателя в холостом режиме и полного израсходования остатков топлива. В ходе наблюдений было установлено, что вторая ступень к 31 марта 1995 года распалась по меньшей мере на шесть новых объектов, которые к настоящему времени уже сошли с орбиты. Кроме того, с 1985 года НАСДА переводит геостационарные спутники после окончания их срока службы по меньшей мере на 150 км, а в перспективе - на 300 км, выше.

#### **IV. ЗАЩИТА ДЕЙСТВУЮЩИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ОТ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА**

28. Для защиты успешно запущенного 4 ноября 1995 года канадского космического аппарата "Радарсат" от существующего космического мусора были приняты определенные меры. Это было необходимо для обеспечения в максимально возможной степени того, чтобы в результате столкновения с имеющимся космическим мусором КА "Радарсат" сам преждевременно не превратился в космический мусор. Среда космического мусора, с которой предстоит столкнуться КА "Радарсат", была определена на основе использования базы данных ENVIRONET НАСА. Затем была проведена проверка отдельных узлов космического аппарата в целях определения степени их уязвимости от воздействия прогнозируемой среды. Оценка уязвимости производилась на основе использования уравнений соударения на гиперзвуковых скоростях, а также на основе проведения в Космическом центре НАСА им. Джонсона практических испытаний комплектующих элементов КА на соударения на гиперзвуковых

скоростях. На космическом аппарате там, где это требовалось, была установлена дополнительная защита, чтобы обеспечить приемлемый уровень его живучести. Защита КА была усилена за счет добавления нектеля (ткань из керамического волокна) в теплозащитное покрытие, установки противоударных устройств перед внешними трубопроводами гидразина и жгутами электрических проводов и уплотнения некоторых технических отсеков с целью защиты внутренних сетей.

29. На модуле ЕКА планируемой международной космической станции будет установлена защита, позволяющая выдерживать удары частиц размером около 1 см.

## **V. РЕКОМЕНДАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ АСТРОНАВТИКИ**

30. По инициативе Международной академии астронавтики (МАО), имеющей статус наблюдателя при Комитете по использованию космического пространства в мирных целях, специальная группа экспертов ее Комитета по вопросам безопасности, спасения и качества подготовила исследование по проблеме орбитального мусора. Цели этого исследования состояли в том, чтобы оценить необходимость и степень срочности принятия мер и определить пути снижения опасности такого мусора. В докладе по результатам этого исследования, который в октябре 1993 года был одобрен в качестве официального программного документа МАО, было рекомендовано незамедлительно осуществить следующие меры (A/AC.105/570):

- a) отказ от преднамеренного разрушения космических аппаратов, приводящего к образованию мусора на орбитах длительного существования;
- b) сведение к минимуму количества мусора, связанного с проведением полетов;
- c) применение процедур перевода в безопасное состояние (дренажа) в отношении всех корпусов ракет и космических аппаратов, которые остаются на орбите после завершения программы полета;
- d) выбор параметров переходной орбиты для обеспечения быстрого схода с орбиты разгонных блоков;
- e) увод геостационарных спутников на другие орбиты по истечении срока службы (минимальное увеличение высоты орбиты на 300-400 км);
- f) используемые для геостационарных спутников отделяемые двигатели для создания разгонного импульса тяги в апогее следует уводить на орбиту захоронения, расположенную по меньшей мере на 300 км выше геостационарной орбиты;
- g) верхние ступени, используемые для перевода геостационарных спутников с ГПО на ГСО, следует уводить на орбиту захоронения, расположенную по меньшей мере на 300 км выше геостационарной орбиты, и освобождать от остатков топлива.