

**Генеральная Ассамблея**Distr.: Limited
29 November 2002Russian
Original: English**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях**

Научно-технический подкомитет

Сороковая сессия

Вена, 17–28 февраля 2003 года

Пункт 10 предварительной повестки дня*

Космический мусор**Руководящие принципы предупреждения образования
космического мусора, разработанные Межагентским
координационным комитетом по космическому мусору**

1. В пункте 16 (b) (iv) своей резолюции 57/116 от 11 декабря 2002 года Генеральная Ассамблея одобрила рекомендацию Комитета по использованию космического пространства в мирных целях о том, что Научно-техническому подкомитету следует рассмотреть вопрос о космическом мусоре в соответствии с планом работы, утвержденным Подкомитетом на его тридцать восьмой сессии (A/AC.105/761, пункт 130). В соответствии с этим планом работы Межагентскому координационному комитету по космическому мусору (МККМ) было предложено представить свои предложения по предупреждению образования космического мусора, подготовленные на основе консенсуса между членами МККМ, на сороковой сессии Подкомитета.

2. Откликаясь на это предложение, МККМ представил следующие предложения по предупреждению образования космического мусора. В соответствии с планом работы государствам-членам предстоит рассмотреть предложения МККМ по предупреждению образования космического мусора и обсудить средства обеспечения их использования.

* A/AC.105/C.1/L.259.



Приложение

Руководящие принципы МККМ по предупреждению образования космического мусора

Содержание

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Введение	4
Руководящие принципы МККМ по предупреждению образования космического мусора ...	5
1. Сфера охвата	5
2. Применение	5
3. Термины и определения	5
3.1. Космический мусор	5
3.2. Космические системы	6
3.3. Орбиты и оберегаемые районы	6
3.4. Мероприятия по предупреждению засорения и соответствующие термины	7
3.5. Операционные этапы	8
4. Общее правило	8
5. Мероприятия по уменьшению засорения	9
5.1. Ограничение отделения мусора при штатных операциях	9
5.2. Сведение к минимуму возможности разрушений на орбите	9
5.3. Удаление с орбиты после выполнения программы	11
5.4. Предотвращение столкновений на орбите	12
6. Обновление	13

Предисловие

1. Межагентский комитет по космическому мусору (МККМ) – это международный форум правительственных органов, который призван координировать мероприятия, связанные с проблемами антропогенной и природной засоренности космического пространства. Основные задачи МККМ состоят в следующем: содействовать обмену информацией между входящими в него космическими агентствами об исследованиях по проблеме космического мусора, способствовать созданию условий для сотрудничества в исследованиях по проблеме космического мусора, анализировать прогресс осуществляемых совместных мероприятий и выявлять возможности для снижения засорения космического пространства.

2. Членами МККМ являются Британский национальный космический центр (БНКЦ), Германский аэрокосмический центр (ДЛР), Европейское космическое агентство (ЕКА), Индийская организация космических исследований (ИСРО), Итальянское космическое агентство (АСИ), Китайское национальное космическое управление (КНКУ), Национальное космическое агентство Украины (НКАУ), Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов Америки, Национальный центр космических исследований (КНЕС) Франции, Российское авиационно–космическое агентство (Росавиакосмос) и Япония.

3. Одним из направлений деятельности МККМ является разработка руководящих принципов предупреждения образования космического мусора с уделением особого внимания экономической эффективности, которые могут учитываться при разработке планов и проектировании космических аппаратов и ракет–носителей в целях сведения к минимуму или недопущения образования мусора в ходе операций. В настоящем документе представлены руководящие принципы уменьшения засорения, разработанные на основе консенсуса в рамках МККМ.

4. В процессе разработки этих руководящих принципов МККМ пользовался информацией из следующих документов и научных докладов:

Технический доклад о космическом мусоре. Доклад, принятый Научно–техническим подкомитетом Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, 1999 год (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.99.I.17) (A/AC.105/720).

Interagency Report on Orbital Debris 1995, National Science and Technology Council Committee on Transportation Research and Development, November 1995.

U.S. Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices, December 2000.

Space Debris Mitigation Standard, NASDA-STD-18, 28 March 1996.

CNES Standards Collection, Method and Procedure Space Debris – Safety Requirements, RNC-CNES-Q-40-512, Issue 1 - Rev.0, 19 April 1999.

Policy to Limit Orbital Debris Generation, NASA Program Directive 8710.3, 29 May 1997.

Guidelines and Assessment Procedures for Limiting Orbital Debris, NASA Safety Standard 1740.14, August 1995.

Изделия космической техники. Общие требования к космическим средствам по ограничению техногенного засорения ОКП. Стандарт Российского авиационно–космического агентства ОСТ 134-1023-2000.

ESA Space Debris Mitigation Handbook, Release 1.0, 7 April 1999.

IAA Position Paper on Orbital Debris – Edition 2001, International Academy of Astronautics, 2001.

European Space Debris Safety and Mitigation Standard, Issue 1, Revision 0, September 27, 2000.

Введение

5. После того, как в 1999 году Комитет по использованию космического пространства в мирных целях опубликовал свой *Технический доклад о космическом мусоре* (A/AC.105/720), сформировалось общее понимание того, что техногенный космический мусор пока не представляет большой угрозы обычным беспилотным космическим аппаратам на околоземной орбите, но поскольку засоренность увеличивается, вероятность столкновений, способных наносить повреждения, будет расти. В настоящее время общепринятой практикой стал учет опасности столкновения с орбитальным мусором при планировании пилотируемых полетов. Таким образом, принятие некоторых мер по предупреждению образования техногенного мусора в настоящее время является разумным и необходимым шагом на пути к сохранению космической среды для будущих поколений.

6. В целях содействия усилиям, направленным на решение проблем космического мусора, ряд национальных и международных организаций космических держав ввели стандарты и руководства по предупреждению образования космического мусора. По своему содержанию эти стандарты и руководства несколько отличаются друг от друга, но у них единые основополагающие принципы:

- a) предупреждение разрушений на орбите;
- b) увод космических аппаратов и орбитальных ступеней, отработавших по программе полета, из районов плотно загруженных полезных орбит;
- c) ограничение высвобождения объектов при штатных операциях.

7. Руководящие принципы МККМ были разработаны на основе этих общих принципов и приняты на основе консенсуса между агентствами – членами МККМ.

Руководящие принципы МККМ по предупреждению образования космического мусора

1. Сфера охвата

В руководящих принципах МККМ по предупреждению образования космического мусора описываются выявленные и проанализированные виды существующей практики ограничения техногенного засорения космической среды.

В руководящих принципах учитывается общее воздействие космических полетов на окружающую среду с уделением особого внимания следующим аспектам:

- 1) ограничение высвобождения мусора при штатных операциях;
- 2) сведение к минимуму возможности разрушений на орбите;
- 3) удаление с орбиты после завершения программы полета;
- 4) предупреждение столкновений на орбите.

2. Применение

Руководящие принципы МККМ по предупреждению образования космического мусора применимы к планированию программ полетов, а также к проектированию и функционированию космических аппаратов и орбитальных ступеней (определяемых в данном тексте как космические системы), которые будут выводиться на околоземную орбиту.

Организациям рекомендуется использовать эти руководящие принципы для определения стандартов, которые они будут применять при установлении технических требований к планируемым космическим системам.

Операторам существующих космических систем рекомендуется применять эти руководящие принципы в максимально возможной степени.

3. Термины и определения

Для удобства читателей настоящего документа в него включены следующие термины и определения. Их не всегда следует рассматривать как применимые в более общем плане.

3.1 Космический мусор

"Космический мусор" означает все находящиеся на околоземной орбите или возвращающиеся в атмосферу антропогенные объекты, включая их фрагменты и элементы, которые являются нефункциональными.

3.2 Космические системы

В настоящем документе космические аппараты и орбитальные ступени определяются как космические системы.

3.2.1 Космический аппарат

Космическим аппаратом является находящийся на орбите объект, предназначенный для выполнения конкретной функции или задачи (например, обеспечение связи, навигации или наблюдения Земли). Космический аппарат, который более не может выполнять свою целевую задачу, считается нефункциональным (космический аппарат в резервном режиме, ожидающий возможного повторного приведения в действие, считается функциональным).

3.2.2 Ракета–носитель

Ракетой–носителем является любой летательный аппарат, созданный для подъема в космическое пространство и для размещения в космосе одного или нескольких объектов, и любая суборбитальная ракета.

3.2.3 Орбитальные ступени ракеты–носителя

Орбитальной ступенью ракеты–носителя является любая ступень ракеты–носителя, оставленная на околоземной орбите.

3.3 Орбиты и оберегаемые районы

3.3.1 Экваториальный радиус Земли

Экваториальный радиус Земли, равный 6 378 км, используется в качестве эталонной меры для поверхности Земли, от которой рассчитывается высота районов орбит.

3.3.2 Оберегаемые районы

Любую деятельность в космическом пространстве следует осуществлять с учетом уникальности следующих районов (А и В) космического пространства (см. диаграмму) для обеспечения их безопасного и устойчивого использования в будущем. От техногенного засорения следует оберегать следующие районы:

- 1) район А, район низкой околоземной орбиты (НОО) – сферический район, простирающийся от поверхности Земли до высоты (Z) 2 000 км;
- 2) район В, геосинхронный район – сегмент сферической оболочки, определяемый следующими параметрами:

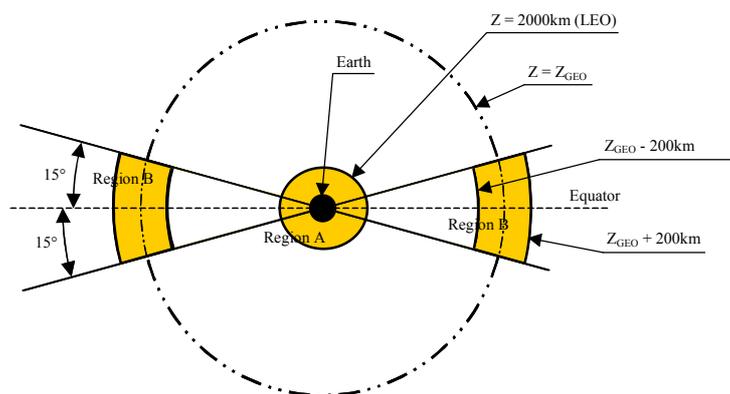
нижняя высота = геостационарная высота минус 200 км

верхняя высота = геостационарная высота плюс 200 км

-15 градусов ≤ широта ≤ + 15 градусов

геостационарная высота (Z_{GEO}) = 35 786 км (высота геостационарной околоземной орбиты)

Оберегаемые районы



3.3.3 Геостационарная орбита

Геостационарной орбитой (ГСО) является околоземная орбита с нулевым наклоном и нулевым эксцентриситетом, период обращения которой равен сидерическому периоду обращения Земли. Высота этой уникальной круговой орбиты – около 35 786 км.

3.3.4 Переходная геостационарная орбита

Переходной геостационарной орбитой (ПГО) является околоземная орбита, которая используется или может использоваться для перевода космических систем с более низких орбит в геосинхронный район. Перигей таких орбит, как правило, находится в районе НОО, а апогей – около или выше ГСО.

3.4 Мероприятия по предупреждению засорения и соответствующие термины

3.4.1 Пассивация

Пассивацией является избавление от всего запаса энергии в космической системе для снижения вероятности разрушения. Типичными мерами пассивации являются дренирование или сжигание избыточного ракетного топлива, разряд аккумуляторных батарей и сброс давления в баллонах.

3.4.2 Спуск с орбиты

Спуском с орбиты является преднамеренное изменение орбиты для возвращения космической системы в атмосферу Земли с целью устранения опасности, которую она представляет для других космических систем, за счет использования тормозящей силы, обычно создаваемой с помощью двигательной установки.

3.4.3 Перевод на другую орбиту

Переводом на другую орбиту является преднамеренное изменение орбиты космической системы.

3.4.4 Разрушение

Разрушением является любое событие, в результате которого образуются фрагменты, попадающие на околоземную орбиту. К разрушению относятся:

- 1) взрыв, вызванный химической или тепловой энергией компонентов ракетного топлива, пиротехническими устройствами и т.д.;
- 2) разрыв под действием роста внутреннего давления;
- 3) разрушение, вызванное энергией, возникшей в результате столкновения с другими объектами.

Однако под это определение не подпадают следующие явления:

- 1) разрушение на этапе возвращения в атмосферу под действием аэродинамических сил;
- 2) образование фрагментов, таких, как чешуйки краски, в результате старения и ухудшения состояния космической системы.

3.5 Операционные этапы

3.5.1 Этап выведения на орбиту

Этап выведения на орбиту начинается с отрыва ракеты–носителя от оборудования и наземных установок, обеспечивающих возможность подготовки и включения двигательной установки (или, если это имеет место, со сброса ракеты с самолета–носителя), и продолжается до завершения выполнения ракетой–носителем предусмотренной задачи.

3.5.2 Этап выполнения задач полета

Этапом выполнения задач полета является этап, на котором космическая система выполняет полетное задание. Он начинается в конце этапа выведения на орбиту и заканчивается в начале этапа увода с орбиты.

3.5.3 Этап увода с орбиты

Этап увода с орбиты начинается в конце этапа выполнения космической системой задач полета и заканчивается, когда космическая система выполнила действия по снижению исходящей от нее опасности для других космических систем.

4. Общее правило

Организациям при разработке плана полета и эксплуатации космической системы следует систематично прилагать усилия по снижению отрицательного воздействия на орбитальную среду путем принятия мер по предупреждению образования космического мусора на протяжении жизненного цикла космической системы, начиная с этапов анализа и определения требований к полету.

Для руководства принятием мер по предупреждению образования космического мусора для каждой программы и проекта рекомендуется разрабатывать и документально обосновывать осуществимый план по

предупреждению засорения космического пространства. Этот план должен включать следующие элементы:

- 1) план организационной деятельности в отношении мероприятий по предупреждению образования космического мусора;
- 2) план мероприятий по оценке и снижению опасности, связанной с космическим мусором, включая применимые стандарты;
- 3) меры по сведению к минимуму опасности, связанной с неисправностями, в результате которых может образоваться космический мусор;
- 4) план увода отработавшей космической системы с орбиты;
- 5) обоснование выбора при наличии нескольких возможностей;
- 6) матрицу выполнения рекомендаций, содержащихся в настоящих руководящих принципах.

5. Мероприятия по уменьшению засорения

5.1 Ограничение отделения мусора при штатных операциях

Космические системы следует проектировать таким образом, чтобы ни при каких режимах на рабочей орбите не происходило отделения мусора при штатных операциях. В тех случаях, когда это не осуществимо, любое отделение мусора, в том что касается его количества, площади и продолжительности существования на орбите, следует сводить к минимуму.

Не следует планировать осуществление программ, проектов или экспериментов, предусматривающих выпуск объектов на орбиту, если только компетентная оценка не подтверждает, что степень воздействия на орбитальную среду и степень опасности для других функционирующих космических систем является приемлемо низкой в долгосрочной перспективе.

Анализ потенциальной опасности привязных систем следует проводить на основе рассмотрения как целой, так и разделенной системы.

5.2 Сведение к минимуму возможности разрушений на орбите

С помощью мер, описанных в разделах 5.2.1–5.2.3, следует предупреждать разрушения на орбитах, и в частности:

- 1) следует сводить к минимуму возможность разрушений в ходе полета;
- 2) проектирование и эксплуатацию всех космических систем следует осуществлять таким образом, чтобы предупреждать самопроизвольные взрывы или разрушения в конце программы полета;
- 3) не следует намеренно планировать или производить разрушения, в результате которых произойдет длительное засорение орбит.

5.2.1 Сведение к минимуму возможности разрушений после выполнения программы полета, вызываемых запасом энергии

Чтобы ограничить опасность для других космических систем вследствие самопроизвольных разрушений после завершения операций по программе полета, следует обеспечивать истощение или перевод в безопасное (неактивное) состояние всех бортовых источников запасенной энергии космической системы, включая остатки топлива, аккумуляторные батареи, баллоны высокого давления, устройства самоликвидации, маховики и двигатели–маховики, когда они более не требуются для полетных операций или для увода после завершения программы полета. Израсходование энергии следует проводить сразу же, как только эта операция перестает быть сопряженной с неприемлемым риском для полезной нагрузки. Следующие меры по предупреждению засорения следует тщательно рассчитывать, чтобы не создавать других рисков:

- 1) следует как можно тщательнее освобождаться от остатков топлива и других жидкостей, например вытеснителей, путем либо дожигания, либо дренирования с целью предотвращения самопроизвольных взрывов вследствие чрезмерного наддува или химической реакции;
- 2) для предотвращения разрушений аккумуляторные батареи следует проектировать и создавать, должным образом учитывая конструкционные и электротехнические требования. Для исключения роста давления в элементах и блоках батарей могут приниматься механические меры, если только они не ведут к чрезмерному снижению гарантии выполнения программы полета. При завершении операций линии зарядки батарей следует отключать;
- 3) следует проводить дренирование баллонов высокого давления до уровня, исключающего возможность разрушений. Конструкции, предупреждающие разрыв за счет утечки, являются полезными, но не достаточными для выполнения всех рекомендаций по пассивации двигательных установок и вытеснительных систем. Теплоотводящие трубки могут оставаться под давлением, если может быть доказано, что вероятность разрушения является весьма незначительной;
- 4) системы самоликвидации следует проектировать таким образом, чтобы исключить непреднамеренное разрушение вследствие неосторожных команд, теплового нагрева или радиопомех;
- 5) на этапе увода с орбиты следует прекратить энергопитание маховых колес и двигателей–маховиков;
- 6) следует проводить оценку других форм запасенной энергии и принимать адекватные меры по предупреждению техногенного засорения.

5.2.2 Сведение к минимуму возможности разрушений в ходе полетных операций

В ходе проектирования космической системы для каждой программы или проекта, с помощью анализа характера и последствий отказов или эквивалентного анализа, должно подтверждаться отсутствие вероятности отказов определенного вида, ведущих к самопроизвольному разрушению. Если

возможность таких отказов исключить нельзя, то при проектировании или эксплуатации следует сводить к минимуму вероятность их появления.

В ходе полетных операций следует периодически осуществлять контроль космической системы с целью выявления неисправностей, которые могут привести к разрушению или потере управления. В случае обнаружения неисправности следует спланировать и принять соответствующие меры для восстановления работоспособности, а при невозможности этого следует спланировать и принять меры по выводу с орбиты и пассивации системы.

5.2.3 Избежание преднамеренного разрушения и других причиняющих вред действий

Следует избегать преднамеренного разрушения космической системы (самоликвидация, умышленное столкновение и т.д.) и других вредных действий, которые могут значительно повысить опасность столкновений для других систем. Так, преднамеренное разрушение следует производить на достаточно низкой высоте, с тем чтобы сокращать время существования фрагментов на орбите.

5.3 Удаление с орбиты после выполнения программы

5.3.1 Геосинхронный район

Отработавшие космические аппараты следует уводить на достаточное расстояние от ГСО, с тем чтобы они не мешали космическим системам, остающимся на геостационарной орбите. Рекомендуемое минимальное поднятие высоты в перигее по окончании перевода на новую орбиту, с учетом всех возмущений орбиты, составляет:

$$235 \text{ км} + (1000 \cdot C_R \cdot A/m)$$

где C_R – коэффициент давления солнечного излучения (типичные значения между 1 и 2),

A/m – отношение облучаемой площади к сухой массе [$\text{м}^2/\text{кг}$]

235 км – сумма верхней высоты оберегаемой области ГСО (200 км) и максимального снижения уведенной космической системы вследствие лунно–солнечных и геопотенциальных возмущений (35 км).

Конструкция двигательной установки для геостационарного космического аппарата не должна предусматривать отделения от космического аппарата. При наличии оснований, требующих обязательного отделения, расчет следует проводить таким образом, чтобы двигательная установка была оставлена на орбите, которая находится и останется за пределами оберегаемой геосинхронной области.

Независимо от того, отделяется двигательная установка или нет, следует предусматривать ее пассивацию.

Операторам не следует допускать длительного пребывания орбитальных ступеней ракеты–носителя в области геосинхронной орбиты.

5.3.2 Объекты, пролетающие через область НОО

Космические системы, завершающие выполнение своих полетных операций на орбитах, которые проходят через область НОО или могут чинить препятствия в области НОО, по возможности следует сводить с орбиты (предпочтительно путем прямого возвращения в атмосферу) или, когда это уместно, переводить на орбиту с сокращенным сроком существования. Одним из вариантов удаления является также снятие с орбиты.

Отработавшую космическую систему следует оставлять на такой орбите, на какой сопротивление атмосферы, с учетом допущенного номинального прогноза солнечной активности, приведет к ограничению существования на орбите. МККМ провел исследование по вопросу о влиянии ограничения пребывания на орбите отработавших систем на частоту столкновений и рост засоренности околоземного пространства. По результатам этого исследования МККМ и некоторых других исследований, а также согласно руководящим принципам, принятым рядом государств, разумный и приемлемый предельный срок существования – 25 лет. Если для увода космической системы с орбиты планируется ее возвращение в атмосферу, то нельзя допускать, чтобы фрагменты, способные достичь поверхности Земли, представляли опасность для людей или имущества. Возможным решением этой задачи является ограничение числа несгораемых фрагментов или обеспечение их падения в безлюдных районах, например в акватории океана. Кроме того, следует предупреждать или сводить к приемлемо допустимому минимальному уровню загрязнение наземной среды обитания радиоактивными, токсичными или любыми другими загрязняющими веществами, источником которых являются компоненты космических систем.

В случае контролируемого входа в атмосферу космической системы ее оператору следует информировать соответствующие органы управления воздушным движением и морским судоходством о времени, траектории и расчетном районе вхождения в атмосферу.

5.3.3 Другие орбиты

Для космических систем, программа полета которых завершается в других областях околоземного пространства, следует предусматривать выполнение маневров для сокращения их пребывания на орбите до сроков, сопоставимых с ограниченными сроками существования на НОО, или перемещение, если они создают помехи в районах активно используемых орбит.

5.4 Предотвращение столкновений на орбите

При проектировании и разработке программы полета космической системы следует проводить оценку и принимать меры по ограничению вероятности случайного столкновения с известными объектами на протяжении срока существования системы на орбите. Если достоверные данные об орбите не позволяют считать, что опасность столкновения является ничтожно малой, то следует учитывать возможность проведения космическими аппаратами уклоняющих маневров или возможность координации стартовых окон. Необходимо, чтобы конструкция космических аппаратов позволяла ограничивать вероятность столкновения с мелкими объектами, способного вызвать потерю управления и тем самым помешать уводу отработавшей системы.

6. Обновление

Обновление настоящих руководящих принципов может проводиться по мере поступления новой информации о космической деятельности и ее воздействии на космическую среду.
