



Генеральная Ассамблея

Distr.
GENERAL

A/AC.105/659/Add.2
14 February 1997

ORIGINAL: RUSSIAN

КОМИТЕТ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

**НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА
БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВ С ЯДЕРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ
ПРОБЛЕМЫ СТОЛКНОВЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
С КОСМИЧЕСКИМ МУСОРОМ**

Записка Секретариата

Добавление

1. В своей вербальной ноте от 19 июля 1996 года Генеральный секретарь предложил всем государствам-членам представить информацию относительно национальных исследований по проблеме космического мусора, безопасного использования спутников с ядерными источниками энергии и проблем столкновения ядерных источников энергии с космическим мусором.
2. Информация по этим вопросам, представленная государствами-членами по состоянию на 6 декабря 1996 года, содержится в документе A/AC.105/659.
3. Информация по этим вопросам, представленная государствами-членами в период между 7 декабря 1996 года и 6 февраля 1997 года, содержится в документе A/AC.105/659/Add.1.
4. В настоящем документе содержится информация, представленная в ответах государств-членов, полученных в период с 7 февраля 1997 года по 14 февраля 1997 года.

СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Страница</u>
ОТВЕТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ	2
Российская Федерация	2

ОТВЕТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ

Российская Федерация

[Подлинный текст на русском языке]

В Российской Федерации приоритетными направлениями работ по обеспечению снижения техногенного засорения околоземного космического пространства являются:

- наблюдение фрагментов (частиц и объектов) космического мусора;
- разработка моделей засоренности околоземного космического пространства и каталогизация космического мусора;
- защита космических аппаратов от воздействия космического мусора;
- мероприятия по снижению техногенного засорения околоземного космического пространства;
- обеспечение безопасности спутников с ядерными источниками на борту.

А. Наблюдение за фрагментами космического мусора

Наблюдение за фрагментами космического мусора на высотах до нескольких тысяч километров осуществляется преимущественно радиолокационными станциями (РЛС) системы контроля космического пространства (СККП). В области ГСО наблюдения за космическим мусором осуществляются наземными оптическими средствами Российской академии наук (РАН). Обмен данными наблюдений между российскими исполнителями осуществляется на основании совместных исследовательских программ. При необходимости осуществляется обмен каталогами объектов космического мусора между Центрами СККП России и США, их сравнение и взаимное дополнение. Прорабатываются вопросы создания единого международного каталога наблюдаемых фрагментов космического мусора.

В целях эффективного решения вопросов наблюдения и каталогизации в РКА подготовлена комплексная программа работ по обеспечению безопасности космической деятельности в условиях техногенного засорения околоземного пространства, предусматривающая, в частности, создание единого аппаратурно-программного комплекса (АПК), который обеспечит сбор, хранение и оперативное использование информации о космическом мусоре различными ведомственными структурами в Российской Федерации, а в перспективе, после создания соответствующей нормативно-правовой базы - для совместных работ с зарубежными партнерами. АПК планируется использовать по двум основным направлениям:

- 1) информационное сопровождение событий, связанных с неконтролируемым входом космического мусора в плотные слои атмосферы, опасными сближениями орбитальных систем и функционирующих космических аппаратов с фрагментами космического мусора, аварийными ситуациями на борту систем и аппаратов в результате столкновения с космическим мусором;
- 2) информационное обеспечение процессов проектирования и отработки космической техники с целью ее защиты от столкновений с космическим мусором, а также снижения засоренности околоземного космического пространства в процессе ее эксплуатации.

Ряд сегментов АПК в настоящее время проходит тестирование и использовался, в частности, для своевременного прогноза и выдачи информации для принятия решений как при инциденте с опасным сближением станции "Мир" со спутником "КН-11", имевшим место 27 декабря 1995 года, так и для информационного сопровождения неконтролируемых входов в плотные слои атмосферы в декабре 1995 года российского космического аппарата "Космос-398" и в марте 1996 года - китайского аппарата "FSW-1".

При этом в обоих последних случаях обрабатывались, среди прочего, процедуры информационного взаимодействия с иностранными космическими агентствами и центрами слежения за околоземным космическим пространством.

В. Разработка моделей засоренности и каталогизация объектов и частиц

Статистические модели засоренности околоземного космического пространства, характеризующие распределение мелких некаталогизированных частиц космического мусора, являются основой оценок опасности столкновений космических аппаратов с космическим мусором, а также прогноза "осколочной" обстановки в околоземном космическом пространстве.

В настоящее время в России разработана совершенная математическая модель засоренности околоземного космического пространства. Параметры модели согласованы с известными экспериментальными данными. Отличительной особенностью модели является последовательное применение статистического подхода для решения всех основных задач орбитальной динамики объектов космического мусора. В основе модели лежит развитая в России статистическая теория движения ансамбля космических объектов. С помощью этой модели проводятся разнообразные исследования. В частности, показано, что для предотвращения монотонного увеличения засорения околоземного космического пространства необходимо уменьшить интенсивность образования новых объектов космического мусора не менее, чем на порядок, особенно на высотах более 1 000 км.

По результатам моделирования "осколочной" обстановки подготовлен проект Российского стандарта, который должен вступить в действие в 1997 году.

Сопоставление полученных в России результатов моделирования с данными существующих математических моделей "осколочной" обстановки в околоземном пространстве ORDEM 96 (НАСА) и MASTER (ЕКА) показало наличие существенных (в 4-5 раз и более) расхождений в отдельных областях, что требует дополнительных совместных исследований.

Выявлены направления дальнейшего анализа и согласования моделей, что будет способствовать уменьшению имеющихся отличий и повышению точности расчетов техногенного засорения околоземного космического пространства:

- критический анализ вклада эллиптических орбит космического мусора (особенно применительно к малым размерам и малым высотам) в общую засоренность космического пространства;
- уточнение объемной плотности и потоков космических объектов в области высот до 500 км;
- анализ закономерностей образования и эволюции мелких частиц космического мусора в области высот более 1 000 км;
- уточнение математических моделей для вычисления величины и направления относительной скорости возможных столкновений.

С. Защита космических аппаратов от воздействия высокоскоростных частиц

Обеспечение защиты космических аппаратов от воздействия высокоскоростных частиц включает проведение работ по следующим основным направлениям:

- оптимизация экранной защиты для наиболее вероятных условий соударения;
- разработка методов расчета защитных свойств экранных конструкций;
- экспериментальное подтверждение достоверности расчетов.

Наиболее опасными считаются столкновения орбитальных систем и космических аппаратов с частицами космического мусора размером: единицы миллиметров - единицы сантиметров; массой: 0,1-20 г, при скоростях соударения (80 процентов соударений) 8-12 км/с.

Другим важным направлением является разработка активных способов защиты. Один из способов активной защиты сводится к маневрированию космических аппаратов и орбитальных систем на орбите с целью уклонения от столкновений с наблюдаемыми частицами космического мусора. В РКА в рамках создания оперативной информационной службы АПК ведется создание и отработка технологической цепочки для предотвращения ситуаций, связанных с опасностью столкновения с частицами космического мусора, информационного сопровождения этих событий и управления орбитальными системами и космическими аппаратами.

Разработаны и продолжают совершенствоваться методики расчета высокоскоростного удара (скорость частиц 5-15 км/с) частиц космического мусора с экранами орбитальных систем и космических аппаратов. Созданы двухмерные и трехмерные программы математического моделирования. Для оперативной оценки эффективности защиты, выбора характеристик экранов ведется разработка инженерных методик расчета. В России имеются экспериментальные установки, которые после некоторой модернизации могли бы обеспечить весь диапазон условий моделирования воздействия частиц космического мусора на космические аппараты.

Д. Мероприятия по снижению техногенного засорения околоземного космического пространства

Снижение уровней техногенного засорения околоземного космического пространства является одним из основных факторов обеспечения безопасности космических полетов. В организациях космической отрасли проводятся исследования причин засорения. Учеными Центрального научно-исследовательского института машиностроения РКА (ЦНИИМаш), Центра программных исследований (ЦПИ) РКА совместно со специалистами из корпорации КАМАН (США) ведутся работы по анализу причин орбитальных разрушений космических аппаратов. Разработаны рекомендации по снижению риска возникновения подобных ситуаций.

Предложен и реализован ряд методов и средств, обеспечивающих снижение техногенного засорения околоземного космического пространства. К ним относится, в частности, применение новых технологических решений с целью исключения образования космического мусора за счет технологических операций на орбите и предотвращения взрывов космических объектов.

Предложена также пассивация отработавших ракетных ступеней и космических аппаратов, остающихся на орбите, т.е. освобождение баков и баллонов ступеней и аппаратов от компонентов топлива и сжатых газов, которые могут вызвать взрыв бака (баллона) и разрушение объекта даже по

истечении длительного промежутка времени. Такая технология предусмотрена на разгонном блоке "ДМ" ракеты-носителя "Протон".

В России в настоящее время ведется доработка ракет-носителей с целью сокращения количества блоков, отделяемых в полете от ракеты-носителя, и перевода работы их двигательных установок на основные компоненты топлива, подаваемые из баков ракет-носителей. Такое решение позволит уменьшить засорение переходных орбит отделяемыми блоками и снижает вероятность их взрывов при длительном воздействии факторов космического пространства.

Проводится постоянное совершенствование систем разделения ступеней ракет-носителей с космическими аппаратами и раскрытия элементов космических аппаратов (подрыв пироболтов в устройствах, исключая попадание осколков в окружающее пространство, замена пиротехнических систем на механические устройства замкового типа и пр.).

Совершенствуются бортовые системы электропитания. В частности, на геостационарном аппарате типа "Экран" проведены доработки по повышению надежности блока автоматики, стабилизации напряжения нагрузки и герметизации системы газосбора. Эти мероприятия предполагается внедрить на космических аппаратах последующих серий, что будет способствовать безопасности их эксплуатации, исключая взрывы в космосе, в том числе при длительном перезаряде буферных химических батарей космических аппаратов.

Ряд типов космических аппаратов модернизируется с целью создания новых систем ликвидации отдельных элементов аппаратов без выбросов в окружающее пространство каких-либо фрагментов и без разрушения конструкции самого аппарата.

Осуществляется разработка программ и схем выведения космических аппаратов, предотвращающих попадание на замкнутые орбиты отделяющихся частей последних ступеней ракет-носителей путем создания условий для падения последней ступени в так называемую антиподную точку (к месту старта) и для доведения космического аппарата на рабочую орбиту с помощью разгонного блока или апогейной ступени.

Проводится работа по сокращению сроков пассивного баллистического существования аппарата на орбите. В частности, на модернизируемой ракете-носителе "Союз" предполагается оснастить последнюю ступень (блок "И") пассивной системой торможения (ПСТ).

По оценкам Государственного научно-производственного ракетно-космического центра "ЦСКБ-Прогресс", применение PST снижает время баллистического существования блока третьей ступени ракеты-носителя "Союз-2" по сравнению с блоками без PST в 5-6 раз на каждой конкретной орбите выведения и исключает накопление отработавших блоков "И" в космосе.

Для отработавших аппаратов типа "Молния", вращающихся на высоко-эллиптических орбитах, с целью снижения высоты перигея и скорейшего входа в плотные слои атмосферы еще с 1982 года в заключительные операции по работе с аппаратом введено проведение тормозящей коррекции в апогее величиной 16 м/с.

В настоящее время предпринимаются меры по управляемому уводу отработавших аппаратов с геостационарной орбиты с тем, чтобы избежать опасности столкновения с ними функционирующих или вновь выводимых аппаратов и устранить возможные помехи. Такой увод предусмотрен для аппаратов "Луч", "Экран", "Горизонт" с использованием остатков рабочего тела бортовой двигательной установки. Длительность работы двигательной установки выбирается исходя из обеспечения полной выработки компонентов топлива. Анализ статистических данных показывает, что проведение такой коррекции в зависимости от остатков рабочего тела двигательной установки позволяет поднять высоту

отработавших аппаратов от 30 до 400 км. В настоящее время при разработке перспективных российских геостационарных аппаратов и для аппаратов, изготавливаемых в России по контрактам с зарубежными фирмами, на их борту предусматриваются специальные запасы топлива, соответствующие характеристической скорости 7,5 м/с, что позволит гарантированно поднимать высоту отработавших аппаратов на первом этапе на 200 км по отношению к ГСО.

Рассматривается возможность установления в качестве минимально требуемой величины подъема высоты отработавших геостационарных аппаратов 300 км. Согласование этой величины потребует как дополнительных технических проработок, так и обсуждения с представителями ЕКА, НАСА и других космических агентств и организаций - операторов спутниковых систем.

При модернизации и разработке новых разгонных блоков вводится требование по их уводу на орбиты, исключая столкновения с функционирующими космическими аппаратами.

Для предотвращения засорения космоса мелкодисперсными частицами космического мусора предусматривается:

- отказ от применения в космосе двигательных установок с видами топлива, при сгорании которого образуются твердые частицы (так, треть продуктов сгорания ракетных двигателей на твердом топливе приходится на частицы окиси алюминия размером 0,0001-0,01 мм);
- использование на ракетных ступенях и космических аппаратах материалов и покрытий, которые в малой степени подвержены эрозионной эмиссии от воздействия факторов околоземного космического пространства.

В перспективе возможно перейти на полностью многоразовые средства выведения и возвращения аппаратов и использование аппаратов-тральщиков.

В полном объеме "очистка" околоземного космического пространства от фрагментов космического мусора во многом проблематична и для своего решения требует огромных затрат. Для единичных уводов с орбит крупногабаритных объектов можно использовать межорбитальные буксиры на базе жидкостных ракетных двигателей или же орбитальные транспортные корабли типа "Буран" или "Спейс Шаттл".

Е. Деятельность России в Межагентском координационном комитете по космическому мусору (IADC)

С апреля 1993 года Российское космическое агентство с решающим голосом представляет Россию в Межагентском координационном комитете по космическому мусору (IADC), членами которого являются крупнейшие запускающие космические агентства.

Целью деятельности Комитета является разработка предложений по технической политике запускающих государств в области космического мусора; организация обмена информацией между агентствами-участниками по проблеме техногенного засорения космического пространства; увязка национальных программ минимизации уровней засоренности орбит космическими осколками; проведение совместных исследований по проблемам контроля, слежения и прогнозирования техногенного засорения космоса. Работа Комитета проводится в рамках Наблюдательного совета (руководящий орган) и четырех постоянно действующих рабочих групп с ежегодными сессиями.

24 февраля 1993 года в ЦНИИМаш состоялась встреча со специалистами ЕКА, на которой обсуждались вопросы подготовки первой Европейской конференции по космическому мусору. В марте

1993 года участие в Конференции приняли российские ученые, занимающиеся вопросами техногенного засорения околоземного космического пространства. В октябре 1993 года в ЦНИИМаш состоялась десятая сессия Комитета. По завершении работы сессии был принят устав Комитета, где учтены предложения российской стороны о распределении функциональных обязанностей рабочих групп.

В мае 1994 года в Японии состоялась одиннадцатая сессия Комитета. В марте 1995 года в США состоялась двенадцатая сессия Комитета, на которой был представлен проект нормативного документа РКА по засоренности околоземного космического пространства. В июне 1995 года в ЦНИИМаш состоялась встреча со специалистами НАСА по вопросам наблюдения и каталогизации космического мусора. В октябре 1995 года в ЦПИ РКА состоялся первый Международный рабочий семинар по проблеме техногенного засорения околоземного космического пространства, на котором было представлено более тридцати докладов российских ученых по всему спектру вопросов, связанных с техногенным засорением.

На предстоящих сессиях Межагентского координационного комитета по космическому мусору российской стороной предлагается обсудить следующие концептуальные вопросы:

- проведение работ по выяснению причин расхождений оценок засоренности околоземного космического пространства, полученных по российским и зарубежным моделям космического мусора и принятие мер по устранению причин этого расхождения;
- разработка мер по снижению засоренности околоземного пространства, в том числе путем удаления с экономически выгодных околоземных орбит его крупных фрагментов, локализации мелкодисперсной фазы космического мусора, выявление и ликвидация его источников и причин размножения;
- определение радиоактивных компонентов космического мусора, анализ процессов его размножения, эволюции и опасности для космической деятельности и Земли;
- разработка методов определения "государственной принадлежности" радиоактивного космического мусора;
- разработка технических решений по измерению параметров радиационного космического мусора и ликвидации наиболее опасных его фрагментов;
- проведение сравнительного анализа существующих методик расчетов пробития экранов и их экспериментальной верификации;
- разработка международного нормативного документа по защите космических аппаратов.

Г. Предложения по международному сотрудничеству

Учитывая глобальный характер проблематики космического мусора и ее влияние на ход дальнейшего освоения космического пространства, в настоящее время особую актуальность приобрела проблема практического объединения усилий ведущих космических государств для целей разрешения комплекса научно-прикладных вопросов, связанных с обеспечением безопасной космической (в первую очередь пилотируемой) деятельности в условиях техногенного засорения околоземного космического пространства.

По мнению российских ученых, в рамках международного сотрудничества целесообразно проведение работ по следующим основным направлениям решения проблем техногенного засорения:

- координация наблюдений и мониторинга околоземного космического пространства национальными системами контроля космического пространства для целей прогноза опасных сближений орбитальных систем и космических аппаратов (включая перспективную Международную космическую станцию, начало развертывания которой в космосе запланировано на конец 1997 года) с фрагментами космического мусора, а также входов в атмосферу "космических объектов риска" на основе национальных каталогов космических объектов России и США;
- создание совместной базы данных по каталогам и математическим моделям космического мусора в околоземном космическом пространстве;
- разработка математической модели мелкоразмерной фракции засоренности околоземного космического пространства и ГСО и согласование результатов расчета по существующим моделям;
- разработка и экспериментальная отработка средств защиты орбитальных систем от столкновения с космическим мусором;
- разработка технологий и системы расчистки околоземного космического пространства от космического мусора.