



Генеральная Ассамблея

Distr. General
19 January 1999

Russian
Original: English

Комитет по использованию космического пространства в мирных целях

Национальные исследования по проблеме космического мусора, безопасное использование спутников с ядерными источниками энергии и проблемы столкновения ядерных источников энергии с космическим мусором

Записка Секретариата

Добавление

Содержание

	<i>Стр.</i>
I. Введение	1
II. Ответы, полученные от государств-членов	2
Италия	2
Япония.....	7

I. Введение

1. В своей вербальной ноте от 17 июля 1998 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. В настоящем документе содержится информация, представленная в ответах государств-членов, полученных в период с 1 декабря 1998 года по 30 января 1999 года.

II. Ответы, полученные от государств-членов*

Италия

[Подлинный текст на английском языке]

1. Введение

1. Космическое пространство стало важнейшим объектом научных исследований и сферой применения практических разработок, осуществляемых в государственном и частном секторах. На постоянной основе реализуются проекты, связанные с выводом в космос и использованием космических систем, включая крупномасштабные пилотируемые полеты. Тем не менее эта деятельность подвергается все более значительному риску вследствие неконтролируемого образования космического мусора. В начале 60-х годов, когда начались пилотируемые орбитальные полеты, искусственным спутникам Земли угрожало только столкновение с микрометеоритами при весьма малой вероятности столкновения. В настоящее время самая большая угроза исходит от искусственных космических объектов, главным образом металлических, которые образуются в ходе космических полетов, в том числе:

- a) космических кораблей в конце периода их активного существования, которые особенно опасны, когда на их борту имеются радиоактивные материалы;
- b) фрагментов частично или полностью разрушенных спутников; деталей, образовавшихся при разделении ступеней ракет-носителей и отделении спутников от ступеней ракет-носителей;
- c) фрагментов солнечных батарей;
- d) отработавших компонентов ракет, в том числе двигателей, включаемых в апогее;
- e) фрагментов герметичных баков, взорвавшихся по тем или иным причинам.

2. Такой космический мусор из-за его количества, размеров и кинетической энергии представляет собой растущую и все более значительную угрозу. Особую обеспокоенность вызывают частицы космического мусора размером более 1 мм. Космический мусор находится преимущественно на низких околоземных орбитах (ниже 1500 км), его частицы обладают высокой относительной скоростью, их трудно обнаружить с помощью радиолокационной техники и оптических методов, они обладают продолжительным временем существования на орбите. Исследовательская группа Института Национального научного совета (CNR) в Пизе (CNUCE) показала, что новые частицы космического мусора, появляющиеся в результате столкновений с орбитальными объектами, могут вызвать цепную реакцию, которая в конечном счете может даже воспрепятствовать космической деятельности на низких околоземных орбитах.

3. Организации по планированию и регулированию космической деятельности начали заниматься этой проблемой и выступили с многочисленными предупреждениями. Однако их попытки достичь международного соглашения в области космической деятельности, связанной со значительными коммерческими интересами, натолкнулись на многочисленные трудности. Как и в других случаях проверки технологии, когда оценка технического прогресса требует длительного времени, приходится принимать решения, несмотря на почти полное незнание среднесрочных и долгосрочных рисков. Больше уже нельзя придерживаться классического подхода, ориентирующегося на получение краткосрочных выгод и отвергающего ограничения, не основывающиеся на определенных прогнозах. При разработке практически осуществимых стратегий предполагается, что до получения результатов должно пройти довольно много времени, а при разработке новой техники необходимо соблюдать жесткость конструкции, не в последнюю очередь из-за значительных капитальных затрат. С другой стороны, эти стратегии должны быть достаточно гибкими и открытыми для постоянного обновления, чтобы иметь возможность обеспечить долгосрочную поддержку космической деятельности в условиях непрерывного совершенствования знаний.

* Ответы воспроизводятся в том виде, в каком они были получены.

4. Осознание опасностей, которые уже угрожают космическим экспериментам, нашло свое выражение в создании международных комитетов по координации деятельности в отношении космического мусора, в частности Межучрежденческого координационного комитета по космическому мусору (МККМ), а также в постановке этой проблемы в повестку дня Научно-технического подкомитета Комитета по использованию космического пространства в мирных целях (КОПУОС) в 1994 году. Организации технического и юридического профиля официально выразили свое отношение к этой проблеме, при этом все они подчеркнули необходимость принятия конкретных мер. К таким организациям относятся Американский институт аэронавтики и астронавтики (АИИА), Комитет по исследованию космического пространства (КОСПАР), Международная академия астронавтики (МАА), Международная астронавтическая федерация (МАФ), Международный институт космического права (МИКП) и Ассоциация международного права (АМП).

5. Делегация Италии в Научно-техническом подкомитете выразила удовлетворение рассмотрением этой проблемы. Позиция делегации Италии состоит в содействии дискуссиям по ее правовым и политическим аспектам. Италия также подтверждает свою поддержку на международном уровне и в соответствующих органах всех инициатив, направленных на ускорение приобретения техники, необходимой для разработки программ с целью принятия конкретных мер.

2. Итальянское космическое агентство

6. Начиная с 80-х годов Итальянское космическое агентство (АСИ) уделяет внимание проблеме космического мусора, связанной в то время прежде всего с неконтролируемым возвращением в атмосферу опасных космических объектов. Возвращение в атмосферу в 1988 году советского искусственного спутника Земли "Космос-1900", имевшего на борту ядерные материалы, сыграло важную роль в развертывании деятельности АСИ в отношении космического мусора. Параллельно с этим Управление гражданской обороны Италии создало постоянный комитет для консультаций в чрезвычайных ситуациях, возникающих при возвращении в атмосферу крупных космических объектов. В состав комитета вошли представители нескольких государственных организаций, включая Итальянский комитет по ядерным и альтернативным источникам энергии (ENEA), на случай возможных ядерных рисков. Итальянское космическое агентство при поддержке CNUCE участвует в этом комитете, отвечая за технические аспекты (мониторинг, прогнозы возвращения в атмосферу космических объектов и т. д.). Техническая поддержка АСИ со стороны CNUCE осуществляется в рамках соглашения между АСИ и Национальным научным советом.

7. АСИ также принимает участие в деятельности Европейского космического агентства (ЕКА) и в работе делегации Италии в двух подкомитетах Комитета по использованию космического пространства в мирных целях. Однако самым важным международным обязательством АСИ является его членство в Межучрежденческом координационном комитете по космическому мусору (МККМ). АСИ было принято в состав МККМ в качестве десятого члена в июле 1998 года и уже внесло соответствующие вклады в деятельность МККМ на его генеральной ассамблее, состоявшейся в Тулузе 2—6 ноября 1998 года.

8. Интерес АСИ к проблеме космического мусора стал причиной создания в феврале 1995 года Рабочей группы по космическому мусору, которая сделала обзор деятельности в Италии, связанной с космическим мусором, и выступила с предложениями относительно направлений работы в будущем. В своем заключительном докладе (июнь 1996 года) Группа представила обзор важнейших аспектов этой проблемы, а также полученных результатов и предложила трехлетний план исследований, которые должны быть проведены в Италии. Был также сделан обзор международно-правовых аспектов проблемы.

9. АСИ поддержало несколько исследовательских проектов в области космического мусора, в частности недавнее исследование возможности создания космической системы, предназначенной для снятия космического аппарата с орбиты в конце его активного существования с помощью длинных проводящих кабелей.

3. Институт Национального научного совета в Пизе

Деятельность

10. Традиционная роль CNUCE в области небесной механики и динамики космического полета естественным образом привела к тому, что Институт стал заниматься смежной областью, а именно космическим мусором. Начиная с 1979 года, когда в атмосферу вернулась пилотируемая лаборатория “Скайлэб”, Институт занимался расчетами изменения орбит и прогнозами возвращения в атмосферу потенциально опасных и неуправляемых космических объектов. Институт поддерживает прямые контакты с итальянскими властями, которые постепенно взяли на себя обязательства по контролю за чрезвычайными ситуациями в этой области, а также с организациями других западноевропейских государств, Японии, Российской Федерации и США, занимающимися решением подобных задач.

11. В последние годы помимо участия в более чем десяти кампаниях по наблюдению за возвращением в атмосферу космических объектов CNUCE активно взаимодействовал с Управлением гражданской обороны и Центром оценки данных в интересах контроля за связанными с ядерной техникой чрезвычайными ситуациями, включая ситуации, возникающие при возвращении в атмосферу космических аппаратов, особенно в отношении разработки инструкций и процедур. Эта техническая и организационная деятельность привела к уточнению обязательств, сфер ответственности и процедур на национальном уровне, а также к значительному улучшению взаимосвязи со всеми другими заинтересованными организациями и их оперативной готовности.

12. После создания в 1988 году АСИ традиционная деятельность CNUCE в области возвращения космических аппаратов в атмосферу и космического мусора была расширена в более масштабных параметрах национальной космической программы и сотрудничества между правительственными ведомствами и учреждениями гражданской обороны. В Пизе была создана Служба наблюдения за космическими объектами (SMOS), что означало частичное выполнение предложений специализированной рабочей группы, созданной бывшим Министерством гражданской обороны, в которой также участвовали представители АСИ и CNUCE.

13. Когда проблемы перенасыщенности околоземного космического пространства космическим мусором, образовавшимся в результате деятельности человека, вышли на передний план, CNUCE/SMOS во взаимодействии с Группой по проблемам космической механики математического факультета Пизанского университета начали исследование все более сложных математических моделей долгосрочной эволюции массы космического мусора. По контракту с ЕКА, действовавшему с 1992 по 1996 год, были созданы две законченные модели, краткое описание которых приводится в следующем разделе.

14. Помимо прогнозирования неуправляемого возвращения в атмосферу потенциально опасных космических объектов SMOS занимается также регулярным наблюдением за международной космической деятельностью и за расположением объектов на околоземных орбитах, а также разрабатывает, совершенствует и внедряет в практику прикладные средства программного обеспечения, готовит доклады, оказывает техническую поддержку АСИ в области космического мусора, изучает долгосрочную эволюцию массы космического мусора на орбитах и оценивает эффективность мер по снижению его воздействия.

Разработка программного обеспечения

15. Эволюция массы космического мусора на околоземных орбитах в будущем зависит от многих переменных. Некоторые из них могут контролироваться человеком (число и виды запусков, меры предотвращения взрывов или столкновений в космосе и т. д.), а некоторые имеют чисто физическое происхождение (распределение массы и скорости фрагментов, образующихся в результате взрывов или столкновений, стойкость к ударам о другие объекты, вероятность столкновений и скорость соударения для различных орбит, воздействие атмосферного торможения на возвращение в атмосферу объектов разных форм и размеров и с разных высот). Количественный анализ проблемы требует разработки довольно сложных моделей и алгоритмов, для того чтобы обеспечить имитацию реальных ситуаций и достаточную гибкость, позволяющую рассматривать множество альтернативных сценариев, в которых в качестве исходных данных для имитируемых ситуаций будут использоваться соответствующие варианты событий или числовые параметры.

16. Масштабы таких исследований в Италии в последние 10 лет значительно возросли. Первоначальная простая математическая модель, в основу которой положена система всего из двух дифференциальных уравнений, дала возможность описать механизм, который в конечном счете может привести к цепной реакции орбитального мусора. Впоследствии была создана реалистическая числовая модель на основе точных расчетов вероятности столкновений как функции высоты и количественных характеристик механизмов “стока” и “источника” (торможение в атмосфере, запуски, взрывы, столкновения), под влиянием которых увеличивается или уменьшается масса космического мусора. Эти процессы моделировались математически с помощью системы из 150 дифференциальных уравнений для объектов на околоземных орбитах, которые были разделены на 15 слоев по высоте и на 10 групп по массе (каждый элемент в группе отличался от соседнего на коэффициент 10 — от 1 миллиграмма до 10 тонн). Эта модель подтвердила как опасность цепной реакции, так и тот факт, что время события, соответственно, зависит от параметров, особенно от устойчивости более крупных тел к разрушению в результате столкновения.

17. Следующий этап исследований был проведен в период между 1993 и 1995 годами в CNUCE по контракту ЕКА/Европейского центра управления космическими объектами (ESOC) с Пизанским исследовательским консорциумом. Целью контракта была разработка физических моделей, математических алгоритмов и числовых кодов для анализа долгосрочной эволюции массы космического мусора на околоземной орбите. Основные усилия в рамках проекта были сосредоточены на разработке, реализации на рабочих станциях UNIX, проверке пригодности и практическом использовании трех числовых кодов и соответствующих программ предварительной и последующей обработки данных.

18. Для выполнения контракта потребовалось проведение разнообразных узкоспециализированных вспомогательных операций, включая детальное изучение моделей движения космических объектов в прошлом и будущем (запуски, “созвездия” спутников, космические станции, потребности военных и коммерческих организаций); выявление физических характеристик и видов использования всех ракет-носителей, находящихся в эксплуатации и проектируемых на будущее; разработка моделей плотности атмосферы, учитывающих также вариации солнечного ветра; создание достаточно точного и быстродействующего орбитального излучателя, способного наблюдать за тысячами объектов одновременно; исследование и оценка различных моделей, предназначенных для описания событий распада (взрывы высокой и низкой энергии, столкновения); и имитационная модель существующей в настоящее время массы космического мусора (создаваемой запусками в космос, разрушением космических объектов и разделением космических объектов в прошлом) для частиц с массой свыше одного миллиграмма.

4. Защита космических аппаратов

19. Проектировщики космической техники должны скрупулезно учитывать опасность столкновений действующих космических объектов с космическим мусором, потенциально способным их повредить. При скорости соударения около 10 км/с давление в точке удара достигает величин в несколько мегабаров; само взаимодействие объектов происходит преимущественно под воздействием ударного давления; материалы объектов переходят из твердого в жидкое, а затем в парообразное состояние. Орбитальный мусор представляет особенно серьезную опасность для Международной космической станции, поскольку она имеет значительные габариты (общая площадь поверхности превышает 11 тыс. кв. м), рассчитана на длительное время эксплуатации (более 10 лет) и на ее борту будут постоянно присутствовать люди. Оценка потенциальных угроз столкновений с частицами космического мусора свидетельствует о необходимости защиты модулей космической станции специальными экранами.

20. Италия ведет соответствующую деятельность в этой области. В Центре космических исследований и деятельности Падуанского университета была спроектирована и изготовлена газовая пушка для разгона небольших металлических тел до высоких скоростей. Газовая пушка работает на находящемся под давлением гелии в два этапа при максимальном давлении и максимальной температуре на втором этапе, соответственно, 6 тыс. баров и 5 тыс. градусов. Точная диагностика позволяет наблюдать за всеми этапами ускорения и рабочего цикла с частотой до одного запуска (металлического тела) в минуту. Тела массой 0,5 и 2,5 разгоняются до скоростей, соответственно, 6 и 2,1 км/с. Хотя эти скорости ниже обычных скоростей частиц космического мусора, создаваемые ими соударения обладают той же физической структурой и воздействием и весьма полезны для понимания сложных и быстротекущих процессов столкновений на гиперзвуковых скоростях, включающих ударные волны, плавление и ис-

парение, фрагментацию, разброс фрагментов в разных направлениях, а также быстрое нагревание и быстрое охлаждение как мишени, так и ускоряемого тела. Эта газовая пушка полезна еще и в том отношении, что может служить прототипом более крупного устройства, способного обеспечивать разгон до более высоких скоростей.

21. Хотя микроскопические явления, связанные со столкновениями на гиперзвуковых скоростях, в целом хорошо известны, физическая сторона этих столкновений слишком сложна, чтобы ее можно было исследовать аналитическими методами: для описания их воздействия на слой металла или на многослойный защитный экран требуются сложные компьютерные программы. Усовершенствованные программы такого рода, в основу которых положены методики гидродинамики сглаженных частиц, были реализованы и в настоящее время используются в Римском университете “Ла Сапиенца”. Программы гидродинамики сглаженных частиц, первоначально разработанные для астрофизических исследований, позволяют описать поведение среды посредством протяженных “частиц”, движение и свойства которых изучаются в течение определенного времени.

22. Организация “Алениа аэроспацио” в Турине отвечает за проектирование конструкций и производство нескольких модулей Международной космической станции. Для каждого из них тщательно проектируются и всесторонне оцениваются защитные экраны. Защитное покрытие в значительной степени влияет на всю конструкцию станции, увеличивая массу каждого модуля, причем увеличение массы может составить значительную величину — до 1,5 тонны. Для оценки риска ущерба от столкновений с космическим мусором, а также для проектирования и испытаний соответствующих защитных экранов создана специальная методология. В “Алениа аэроспацио” была разработана новаторская концепция защитного экрана. Это трехстенная система, включающая тонкий внешний слой алюминия, за которым находится промежуточный амортизирующий слой, состоящий из комбинации керамических волокон и высокопрочной ткани, пропитанной эпоксидной смолой; внутренняя стенка, выполненная из алюминиевого сплава, является структурным элементом модуля, который нужно защитить. Гиперзвуковые эксперименты с использованием легкой газовой пушки ведутся в Институте им. Эрнста Маха во Фрайбурге (Германия), алюминиевые сферы диаметром от 0,9 до 1,75 см разгоняются до скоростей 3—7 км/с. Результаты экспериментов и показатели эффективности защитного экрана сопоставляются и оцениваются с числовыми моделями во взаимодействии с Римским университетом “Ла Сапиенца”. Применение таких защитных экранов позволило снизить вероятность пробоя герметической обшивки европейского модуля до величины менее 1,5% для временного интервала более 10 лет.

5. Исследование воздействий метеоритных потоков на космические аппараты с помощью наземных радиолокаторов

23. Метеоритные частицы естественного происхождения представляют собой важный компонент околоземного космического пространства и являются источником опасности для всех космических аппаратов, находящихся на околоземных орбитах. Такая опасность значительно возрастает в периоды повышенной активности (в результате вспышек или ливней) метеоритных потоков, то есть относящихся к метеоритному потоку Леонид, ливень которого наблюдается один раз в год. Размеры этих частиц обычно невелики (порядка миллиметра), но скорость их очень высока (до 70 км/с); они могут причинить ущерб или вызвать эрозию поверхностей спутников и внешних конструкций космических аппаратов, а также стать причиной электромагнитных ударов. Прогнозы метеоритных потоков и анализ их воздействия на образование пробоя, формирование заряженных частиц и образование плазмы являются важными аспектами разработки стратегий безопасного размещения космических аппаратов на околоземных орбитах.

24. Наземные радиолокаторы — мощный инструмент наблюдения за космическими объектами, особенно если они предназначены для всепогодных и круглосуточных наблюдений. Институт FISBAT Национального научного совета в Болонье использует с 1992 года радиолокационную станцию для наблюдения и измерений ионизированных облаков, вызванных прохождением метеоритов. Вероятность соударений частиц метеоритных потоков с космическими аппаратами на низких околоземных орбитах была рассчитана на основе имеющихся данных; было установлено, что вероятность соударения, выведенная на основе радиолокационных измерений, обычно в два раза больше, чем на основе

результатов визуальных наблюдений. Кроме того, радиолокационные данные показывают, что значения вероятности соударений с метеоритами в метеоритных ливнях могут в 10^2 — 10^4 и более раз превысить вероятность соударений с одиночными метеоритами.

6. Правовые проблемы

25. В Римском университете “Ла Сапиенца” проявляется активный интерес к изучению проблем ответственности правительств за деятельность в космосе, в том числе в настоящее время главное внимание уделяется вопросам, касающимся образования космического мусора. Правительства не будут нести такой ответственности, если собственность на космический аппарат не будет признана официально, например в результате его регистрации в соответствии с положениями Конвенции о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство. Италия до сих пор не подписала и не ратифицировала эту Конвенцию, но Министерство иностранных дел предпринимает шаги, чтобы присоединиться к этому важному международно-правовому документу, имеющему большое значение для решения проблемы космического мусора.

Япония

[Подлинный текст на английском языке]

1. Введение

1. Япония провела ряд мероприятий в связи с проблемой космического мусора в соответствии с документом об основополагающей политике Японии в области космической деятельности, изданным Комиссией по космической деятельности Японии в январе 1996 года¹.

2. Систематическая и организованная деятельность в этой области проводится с 1990 года, когда Японское общество по аэронавтике и космонавтике (ЯОАК) создало Исследовательскую группу по проблемам космического мусора. Национальная аэрокосмическая лаборатория (НАЛ), Институт космонавтики и астронавтики (ИСАС), Национальное агентство по освоению космического пространства (НАСДА) Японии и другие организации, имеющие отношение к космической деятельности (коллективно представляющие Японию), являются постоянным членом Меж-учрежденческого координационного комитета по космическому мусору с 1992 года, а также вносят свой вклад в деятельность Комитета по исследованию космического пространства, Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, Международной астронавтической федерации и других международных организаций.

3. В настоящем докладе приводится краткий обзор осуществляемой в последнее время в Японии деятельности по проблеме космического мусора, касающейся его измерения, составления баз данных, защиты от него и уменьшения его воздействия.

2. Измерение

4. ИСАС и Лаборатория исследований в области связи осуществляли оптическое наблюдение за космическим мусором на низкой и геостационарной орбитах. ИСАС и Киотский университет осуществляли радиолокационное наблюдение на низкой околоземной орбите. ИСАС использует технологию наблюдения с помощью бистатического радиолокатора, а Киотский университет — ОВЧ систему РЛС для средних и верхних слоев атмосферы (СВ)^{2, 3, 4}.

5. В 1998 году НАЛ, НАСДА и Японский космический форум объявили о плане строительства новой системы радиолокационного и оптического наблюдения за космическим мусором⁵. Эта система позволит осуществлять наблюдение за космическим мусором диаметром до одного метра (на высоте 600 км), и ее строительство должно быть завершено в 2003 году.

6. НАЛ и НАСДА проводили послеполетный анализ и оценку поверхности возвращенного из космоса в 1995 году Космического летательного аппарата, которые предоставляют дополнительные данные о распространении пыли космического мусора. В августе 1997 года во взаимодействии с Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства Соединенных Штатов Америки в ходе полета космического корабля "Шаттл STS-85" был проведен эксперимент по сбору космической пыли с использованием установленного на его борту экспериментального оборудования — разрабатываемого специального манипулятора. НАСДА проанализировало частицы, уловленные имеющимся в оборудовании по сбору пыли аэрогелем⁶. Поскольку время полета не было достаточно продолжительным, было уловлено лишь несколько частиц. В настоящее время в стадии разработки находится аналогичное оборудование для японского экспериментального модуля (ЯЭМ), который должен быть пристыкован к Международной космической станции⁷.

7. С 1994 по 1997 год НАСДА и ЯОАК проводили совместное исследование новой возможной бортовой системы наблюдения за космическим мусором для контроля за космическими объектами размером до 1 см и представили базовую спецификацию такой системы, которая должна стать международным совместным предприятием⁸.

3. Моделирование и база данных

8. В 1997 году НАСДА разработало базу данных о космическом мусоре, известную как Экспериментальная система анализа параметра орбит космического мусора, и в апреле 1998 года приступило к ее эксплуатации. Цель этой базы данных заключается в обеспечении средства управления орбитальными данными и анализа орбитальных данных находящихся на орбите космических объектов. Предусмотрен также ряд вспомогательных функций, таких как прогноз параметров возвращения в атмосферу, анализ столкновения и анализ пространственного распространения космического мусора.

4. Защита от космического мусора

9. НАЛ и НАСДА провели серию исследований и испытаний системы развертывания герметизированного модуля ЯЭМ. К 1998 году НАЛ и НАСДА провели числовой анализ воздействий высокоскоростного соударения фрагментов космического мусора, испытания на прочность и возможность получения повреждений в условиях имитированного высокоскоростного соударения с использованием одноступенчатой энергетической пушки, двухступенчатой газовой пушки, рельсовой пушки и системы кумулятивных зарядов^{9, 10, 11, 12} и отразили данные, полученные в результате анализа и испытаний, в проекте полетной модели ЯЭМ.

5. Смягчение воздействия космического мусора

10. В целях сведения к минимуму ущерба, причиняемого космическим мусором, НАСДА в марте 1996 года ввело в действие "Стандарт на ограничение образования космического мусора" (NASDA-STD-18). НАСДА непрерывно предпринимает усилия по ограничению образования нового космического мусора, проводя исследование проблемы безопасного контролируемого входа в атмосферу корпусов ракет и космических аппаратов одноразового пользования и связанных с ними инженерных критериев снижения риска на поверхности Земли. В соответствии с STD-18 НАСДА с целью уменьшения образования космического мусора в рамках обычной деятельности осуществляло перевод верхних ступеней ракет-носителей в пассивный режим и минимизацию их присутствия на орбите^{12, 13}.

6. Заключение

11. Будучи ответственным международным партнером, Япония предпринимает всевозможные усилия по разрешению проблем космического мусора и управлению космической средой. Япония будет и впредь уделять самое пристальное внимание этим проблемам и считает, что международное сотрудничество имеет существенно важное значение для обеспечения безопасной и постоянной космической деятельности путем защиты космической среды от космического мусора.

Ссылки

- ¹ Fundamental Policy of Japan's Space Activities, Space Activities Commission of Japan, revised on 24 January 1996.
- ² T. Sato and I. Kimura, "Debris observation with a VHF radar", Earth Science Review, vol. 4, No. 3 (1995).
- ³ T. Nakajima and others, "Current and planned space debris activities in Japan", Advanced Space Research, vol. 19, No. 2 (1997), pp. 391-397.
- ⁴ A. Takano, T. Takano and S. Toda, "Technical problems of space debris and international cooperation" (на японск. яз.), Technical Report of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, October 1997 (SANE97-64).
- ⁵ T. Tsujino, "Arrangement plan of the first Japanese space debris observation facilities" (на японск. яз.), 42nd Space Sciences and Technology Conference, October 1998.
- ⁶ Y. Kitazawa and others, "Development of a dust collector for a material exposure experiment on the manipulator development facility" (на японск. яз.), Proceedings of the 17th Shock Wave Symposium, 1997, pp. 253-256.
- ⁷ Y. Kitazawa and others, "Development of the micro-particle capturer of the JEM exposed facility" (на японск. яз.), 14th Space Station Conference, JSASS, April 1998.
- ⁸ A. Takano, Y. Arimoto and S. Isobe, "A baseline specification of the GEO debris observation satellite", 49th International Astronautical Congress, September 1998 (IAA-98-IAA.6.5.04).
- ⁹ A. Takano, "Space debris related activities in NASDA", Proceedings of the Second European Conference on Space Debris, March 1997 (ESA SP-393), pp. 31-34.
- ¹⁰ K. Shiraki and others, "Hydrocode simulation for the JEM pressurized module structure performance for space debris impact", 7th ISCOPS (C-8-6).
- ¹¹ K. Shiraki and others, "The results of hypervelocity impact tests", Journal of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, vol. 44, September 1996.
- ¹² M. Katayama and others, "Analysis of JET formation and penetration by conical shaped charges with the inhibitor", 1998 Hypervelocity Impact Symposium, Huntsville, AL, United States of America, 16-19 November 1998.
- ¹³ A. Takano, T. Tajima and Y. Kanoh, "Recent efforts toward the minimization of GTO objects and its practices in NASDA", Acta Astronautica, vol. 40, No. 11 (1997), pp. 807-813.