

**Генеральная Ассамблея**Distr.: General
15 December 2003Russian
Original: English/French/Spanish**Комитет по использованию космического
пространства в мирных целях****Национальные исследования, касающиеся космического
мусора, безопасного использования космических
объектов с ядерными источниками энергии на борту
и проблем их столкновений с космическим мусором****Записка Секретариата****Содержание**

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Введение	1–3	2
II. Ответы, полученные от государств–членов		2
Бразилия		2
Финляндия		3
Франция		3
Индонезия		10
Латвия		10
Маврикий		10
Перу		11
Турция		11
Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии		11
III. Ответы, полученные от международных организаций		19
Комитет по исследованию космического пространства		19



I. Введение

1. В пункте 33 своей резолюции 58/89 от 9 декабря 2003 года Генеральная Ассамблея сочла, что государствам-членам крайне необходимо уделять больше внимания проблеме столкновений космических объектов, в том числе с ядерными источниками энергии, с космическим мусором и другим аспектам проблемы космического мусора, призвала продолжать национальные исследования по этому вопросу, разрабатывать усовершенствованные технологии наблюдения за космическим мусором и собирать и распространять данные о космическом мусоре, а также сочла, что, по мере возможности, информацию по этому вопросу следует представлять Научно-техническому подкомитету, и согласилась с необходимостью международного сотрудничества для расширения соответствующих и доступных стратегий сведения к минимуму воздействия космического мусора на будущие космические полеты.
2. На своей сороковой сессии Научно-технический подкомитет предложил государствам-членам и региональным космическим агентствам продолжать представлять доклады о национальных исследованиях, касающихся космического мусора, безопасного использования космических объектов с ядерными источниками энергии на борту и проблем их столкновений с космическим мусором (A/AC.105/804, пункт 120). В вербальной ноте от 24 июля 2003 года Генеральный секретарь предложил правительствам представить любую информацию по этому вопросу до 31 октября 2003 года, с тем чтобы эту информацию можно было представить Научно-техническому подкомитету на его сорок первой сессии.
3. Настоящий документ подготовлен Секретариатом на основе информации, полученной от государств-членов и международных организаций.

II. Ответы, полученные от государств-членов

Бразилия

[Подлинный текст на английском языке]

1. Начиная с 1977 года Отдел космической механики и контроля Национального института космических исследований (ИНПЕ) проводит исследования по проблемам движения и контролирования искусственных и естественных объектов на околоземных орбитах, а также других небесных тел. С 1991 года в рамках этих исследований изучались вопросы возмущения орбиты таких объектов под воздействием силы или крутящего момента или же под воздействием обоих факторов. С 1998 года такие исследования охватывают также проблемы движения космического мусора, включая моделирование рассеивания облака мусора из единой исходной точки-источника и процесса деформации облака мусора вдоль линии движения объекта.
2. В период с 6 февраля по 15 марта 2003 года Бразильское космическое агентство (БКА) осуществляло мониторинг процесса возвращения в атмосферу Земли итальянского спутника "ВерроSax". Техническая подгруппа ИНПЕ обеспечивала:
 - а) общую техническую поддержку многодисциплинарной группе;

b) перевод технических докладов, периодически размещаемых итальянской группой в сети Интернет;

c) своевременную и точную оценку точки падения.

3. В 2003 году ИНПЕ организовал также курс под названием "СМС-214-4 искусственные спутники: спутниковые группировки и космический мусор" для проводимой в Институте программы для аспирантов по вопросам космической техники и технологии.

Финляндия

[Подлинный текст на английском языке]

В настоящее время в Финляндии осуществляется целый ряд научных исследований и прикладных программ, связанных с проблемой космического мусора:

a) на борту спутника PROBA (мини-спутник для испытания технологий автономной работы), который был запущен в октябре 2001 года, установлены датчики и аппаратура обработки данных по космическому мусору бортовой системы DEBIE (детектор орбитального мусора);

b) позднее аппаратура DEBIE будет установлена на Международной космической станции (МКС) для выполнения более функциональных задач;

c) с помощью установленных в Лапландии радиолокаторов Европейской системы исследований некогерентного рассеяния (способных отслеживать объекты размером в 1 см и более) была проведена съемка космического мусора на низкой околоземной орбите;

d) в Университете Турку была проведена съемка космического мусора на геостационарной орбите с использованием телескопа Европейского космического агентства (ЕКА) на Канарских островах.

Франция

[Подлинный текст на французском языке]

1. Введение

1. Цель настоящего доклада заключается в описании мероприятий, проводившихся во Франции в период 2002–2003 годов в отношении космического мусора. Такие мероприятия проводились в следующих трех областях:

a) международное сотрудничество: сотрудничество с европейскими партнерами в рамках Сети центров, а также с другими агентствами в рамках Межагентского координационного комитета по космическому мусору (МККМ) и Комитета по использованию космического пространства в мирных целях;

b) нормативная деятельность: разработка нормативных документов по космической деятельности, в частности в целях ограничения распространения космического мусора;

с) технические мероприятия: мероприятия, проводимые Национальным центром космических исследований (КНЕС), исследовательскими учреждениями и промышленными предприятиями.

2. Международное сотрудничество

а) Сеть центров

2. Космический мусор является темой одного из экспериментальных проектов, осуществляемых в рамках Сети центров. В осуществлении этого проекта в настоящее время участвуют четыре космических агентства: Британский национальный космический центр (БНКЦ), КНЕС Франции, Германский аэрокосмический центр (ДЛР) и ЕКА – после того, как от участия в проекте отказалось Итальянское космическое агентство (АСИ). Основная цель заключается в развитии сотрудничества при проведении мероприятий, связанных с космическим мусором, в Европе.

3. К числу основных результатов относится разработка комплексной программы, в которую включены планы работы каждого агентства, а также определяются следующие четыре области для активизации сотрудничества:

- а) бортовые системы оптических наблюдений;
- б) орбитальные системы обнаружения и анализ материалов;
- с) соударения на высокой скорости и защита;
- д) подготовка европейского стандарта.

4. Одновременно была организована специальная целевая группа по космическим наблюдениям. Соответствующий контракт был заключен с консорциумом под руководством Национального управления аэрокосмических исследований (ОНЕРА) в ассоциации с QinetiQ, Alcatel Space и Бернским университетом (см. подраздел 4 (i) ниже). Задача этой группы состоит в определении спецификаций, архитектуры, эксплуатационных параметров и стоимости будущей европейской системы космических наблюдений.

б) Организация Объединенных Наций

5. После представления на сороковой сессии Научно–технического подкомитета в феврале 2003 года доклада о Руководящих принципах МККМ по предупреждению образования космического мусора, в которых излагались основные принципы превентивных мер для ограничения образования космического мусора (A/AC.105/C.1/L.260), представитель Франции предложил Юридическому подкомитету приступить к рассмотрению юридических аспектов применения этих принципов начиная с 2005 года. Подкомитету не удалось достичь консенсуса по этому предложению.

с) Межагентский координационный комитет по космическому мусору

6. Франция принимала участие в работе двадцать первого совещания МККМ, которое проходило в Бангалоре, Индия, 10–13 марта 2003 года и в работе которого участвовали все 11 членов. В состав делегации Франции, которую возглавляли представители КНЕС, входили также представители ОНЕРА,

Главного управления по вопросам вооружений/Управления центров экспертизы и испытаний (ДГА/ДЦЕ) и командования ПВО и воздушных операций.

3. Нормативная деятельность

а) Разработка космического права во Франции

7. Управление технологии Министерства научных исследований и новой технологии организовало 13 марта 2003 года симпозиум в Национальной ассамблее по вопросам разработки космического права во Франции. В соответствии с международными договорами государства обязаны контролировать космическую деятельность, которая осуществляется ее гражданами, и в связи с этим возникает проблема разработки конкретного свода законов. В ходе симпозиума были рассмотрены следующие вопросы:

а) необходимость создания во Франции системы выдачи разрешений на запуски космических объектов и системы регистрации;

б) необходимость адаптации некоторых разделов национального законодательства (например, по вопросам интеллектуальной собственности или страхования);

с) необходимость разъяснения понятия публичной службы применительно к космической деятельности;

д) целесообразность уточнения и консолидации задач, поставленных перед КНЕС.

8. Участники симпозиума также приняли на основе консенсуса решение относительно необходимости учета сравнительного права, т.е. использования опыта, полученного в результате применения действующих национальных законов (например, в Австралии, Соединенном Королевстве Великобритании и Северной Ирландии и в Соединенных Штатах Америки), с тем чтобы использовать проверенные решения и не повторять недостатки, а также необходимости учета европейского и международного права при разработке такого законодательства.

б) Разработка стандартов

9. Завершена разработка европейского стандарта, подготовкой которого занималась межучрежденческая рабочая группа (в состав которой входили представители АСИ, БНКЦ, КНЕС, ДЛР и ЕКА). Незначительные корректировки были внесены с учетом опыта эксплуатации спутника связи ASTRA 1K. Этот документ был представлен на рассмотрение Европейского комитета по сотрудничеству в области космических стандартов (ЕСКС) для включения в европейскую систему стандартов. На международном уровне МККМ представил в феврале 2003 года свои Руководящие принципы по предупреждению образования космического мусора на рассмотрение Научно-технического подкомитета Комитета по использованию космического пространства в мирных целях. В настоящее время МККМ занимается разработкой справочного документа, содержащего разъяснения и обоснования. Одновременно Международная организация по стандартизации (МОС) учредила рабочую группу для изучения потребностей и разработки стратегий с целью формулирования комплекса международных правил. На ближайшую

перспективу было утверждено семь рабочих тем, соответствующих семи основным разделам Руководящих принципов по предупреждению образования космического мусора. Рабочая группа будет координировать деятельность различных групп МОС, занимающихся вопросами космического мусора, а также будет поддерживать на постоянной основе контакты с МККМ.

4. Технические мероприятия

a) Alcatel Space

10. Компания Alcatel принимала участие в проведении исследования ЕКА по космическим наблюдениям (см. подраздел 4 (i) ниже). Основными вопросами, которыми занималась Alcatel Space, являлись архитектура системы и оптические приборы наблюдения. Alcatel выступала также ведущим учреждением при проведении исследования ЕКА по обнаружению и мониторингу астероидов в околоземном пространстве.

b) Национальное управление аэрокосмических исследований

i) Космические наблюдения

11. Продолжалось создание обзорной радиолокационной станции GRAVES (большая сеть для космических наблюдений). Эта РЛС позволит обнаруживать спутники на высоте до 1 000 км при максимальном сроке обнаружения менее 24 часов. Станция передачи расположена в пригороде Дижона, а станция приема на плато Альбион (военная база). В настоящее время проводится работа по расширению охвата и проверки надежности. Ожидается, что эта система начнет функционировать в BBC в июне 2005 года.

12. В гражданской сфере ОНЕРА выступает ведущим учреждением при проведении исследований ЕКА по проблемам целесообразности создания европейской системы космических наблюдений в сотрудничестве с QinetiQ, Alcatel Space и Бернским университетом. В качестве консультанта выступает ДГА/ДЦЕ. Цель исследований заключается в определении спецификаций, архитектуры, эксплуатационных параметров и стоимости будущей европейской системы космических наблюдений. Благодаря уже проделанной работе удалось оценить потребности и задачи. Для наблюдений на околоземной орбите решено использовать систему РЛС с ультравысокой частотой (УВЧ) типа GRAVES. Для геостационарной орбиты решено использовать сеть телескопов диаметром от 0,5 до 1 метра.

ii) Изучение панелей солнечных батарей телескопа Хаббла: значение для нашего понимания космического мусора

13. Две панели солнечной батареи космического телескопа Хаббла были возвращены на Землю в марте 2002 года после восьми лет пребывания на орбите на высоте около 600 км. Изучение поверхности этих панелей площадью в 120 кв. метров позволит получить информацию о состоянии среды и о ее изменении после предыдущего полета. На поверхности остались следы большого количества ударов. Цель первоначального анализа заключается в составлении схемы распределения кратеров по различным размерам. Был проведен фотоанализ одной панели (передняя и задняя стороны). Наиболее крупные следы ударов были изучены с помощью видеомикроскопа. Для

определения характера частиц (мусор или метеориты) будет проведен подробный анализ остатков веществ в микрократерах. Полученные результаты позволят усовершенствовать модели потоков частиц и могут повлиять на конструкцию панелей солнечных батарей.

с) Измерения на орбите

14. Будет продолжен эксперимент с использованием металл–оксид–кремниевых датчиков на борту Международной космической станции (МКС) в рамках проекта по экспонированию и изучению разрушения материалов (МЕДЕТ). В ожидании изменения сроков осуществления проекта орбитальные модели доставлены и хранятся на борту станции. После приостановления осуществления проекта франко–бразильского микроспутника необходимо будет определить новые возможности для запуска разрабатываемых в настоящее время детекторов; соответствующие эксперименты планируется провести в российском модуле МКС или в сотрудничестве с Аргентиной, или же в рамках полета Ariane–5. Детекторы, основанные на силиконовом аэрогеле, позволяют улавливать частицы мусора. Соответствующий эксперимент планируется провести в рамках проекта МЕДЕТ. В связи с этим возникает необходимость совмещения поливинилиденфторидных детекторов с другими типами детекторов. Совместно с ОНЕРА КНЕС проводит оценку панелей солнечных батарей телескопа Хаббла. Основное внимание в рамках этой работы уделяется оценке повреждений (уравнения состояния) и химическому анализу (источник мусора). В рамках Сети центров планируются совместные мероприятия по анализу поверхности солнечных генераторов космической станции Мир.

d) Космическая математика

15. Были продолжены оптические наблюдения космического мусора на геостационарной орбите. Из-за повреждения молнией на несколько месяцев вышли из строя телескоп TAROT (быстродействующий телескоп для движущихся объектов) и его электронные системы. Тем не менее определенные наблюдения проводились с помощью спутников Telecom 2.

16. Практически завершена деятельность по разработке пакета программного обеспечения для оценки риска столкновений на орбите и на этапе запуска (программное обеспечение ARC). Проведение этого исследования было поручено фирме SchlumbergerSema. Основная задача состояла в определении эффективных алгоритмов фильтрации для соответствующих параметров стартового окна, поскольку комбинаторные аспекты проблемы имели существенный характер. Это программное обеспечение будет использоваться Центром оперативной орбитографии и Центром управления полетами автоматических межорбитальных транспортных аппаратов. Оценка других методов производится на внутренней основе.

17. Совместно с Институтом небесной механики и расчета эфемерид проводится работа по моделированию и прогнозированию метеоритных дождей с целью разработки средств для прогнозирования их сроков и интенсивности.

18. Были установлены контакты с университетскими лабораториями для оценки возможностей налаживания сотрудничества по вопросам, касающимся космического мусора. Были предложены различные темы для исследований.

Наконец, ОНЕРА продолжила разработку набора средств, объединенных в единый интерфейс, с тем чтобы облегчить применение компьютерного программного обеспечения для решения проблем, связанных с космическим мусором.

е) Операции

i) Мониторинг риска столкновений

19. По-прежнему используется процедура мониторинга риска, разработанная в 2000 году. Наблюдалось большое количество близких прохождений ($<1\,500\text{ м}$) между внесенными в каталог объектами мусора и спутниками наблюдения Земли (SPOT) и HELIOS (в среднем одно близкое прохождение на расстоянии менее $1\,500$ метров на каждый спутник в неделю). Было зарегистрировано три предупреждения с вероятностью $<10^{-3}$. Основная проблема заключается в неточности двухмерных данных и соответствующих моделей экстраполяции, что не позволяет правильно оценить фактический риск. Центр оперативной орбитографии будет адаптировать программное обеспечение ARC для использования в сфере космической математики по мере разработки этого программного обеспечения. В течение 2002 года не отмечалось возвращения в атмосферу каких-либо объектов, однако Центр оказал содействие в осуществлении мониторинга процесса входа в атмосферу спутника ASTRA 1K, а также занимался обработкой информации, полученной от других органов, например от ДГА/ДЦЕ, Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА) Соединенных Штатов Америки и Российского авиационно-космического агентства (Росавиакосмос).

ii) Истечение срока эксплуатации Telecom 2

20. В отношении спутников серии Telecom 2 предусмотренное значение для изменения орбиты по истечении срока службы составляет 6 м/с , что соответствует увеличению на 164 км большей полуоси орбиты. Этот показатель ниже показателя, предусмотренного в рекомендации МККМ, формула которого для Telecom 2 дает в результате 285 км ($10,4\text{ м/с}$). Рекомендация МККМ не распространяется на Telecom 2, который был запущен до издания этой рекомендации, однако в настоящее время проводятся различные исследования, с тем чтобы определить, какая высота является достижимой. С учетом естественного изменения эксцентриситета рекомендацию МККМ можно будет выполнить при $\Delta V\,9,5\text{ м/с}$. Необходимо также учитывать фактор восточно-западной асимметрии в двигательной установке под воздействием реактивных эффектов. На момент истечения срока службы оценка конечной массы горючего и окислителя является крайне неточной, и поэтому изменение вероятности успеха с 90 процентов до 99 процентов означает применение более широких пределов, что приводит к сокращению срока службы. Последствия для срока службы невозможно игнорировать.

21. После завершения маневрирования производится пассивация электросистем.

iii) *Истечение срока эксплуатации SPOT-1*

22. В настоящее время изучаются операции по спуску с орбиты спутника SPOT-1, который был запущен в 1986 году. Такие операции предусматривают перевод спутника на круговую орбиту, расположенную ниже рабочей орбиты в целях избежания риска столкновения с другими спутниками этой же серии; после этого в результате серии маневров в точке апогея (от 11 до 14) будет понижена высота в перигее. Затем под воздействием атмосферы спутник возвратится на Землю в течение срока, не превышающего 25 лет, что обеспечит выполнение стандарта КНЕС, европейского стандарта и рекомендаций МККМ.

5. Различная информация

a) Симпозиум Национальной аэрокосмической академии

23. Национальная аэрокосмическая академия организовала 27 и 28 ноября 2002 года в Тулузе симпозиум по теме "Европа и космический мусор". В ходе этого симпозиума были приняты следующие основные рекомендации:

a) международное сотрудничество: следует использовать существующие структуры (МККМ, Сеть центров, Комитет по использованию космического пространства в мирных целях, ЕСКС, МОС и т.д.), а также их научно-технический потенциал;

b) технические, финансовые и юридические аспекты:

i) следует содействовать последовательному применению принципа "нулевого уровня мусора";

ii) предлагаемые правила не должны быть настолько жесткими, что их выполнение окажется невозможным;

iii) следует рассмотреть вопрос о приглашении изготовителей и операторов для участия в работе МККМ;

iv) соглашение о регистрации следует применять в отношении всех космических объектов (включая нефункционирующие объекты);

v) необходимо разработать национальный правовой режим для контроля за деятельностью запускающего государства;

c) космические наблюдения: следует содействовать созданию автономных систем космических наблюдений в Европе. Для это необходимо объединить существующие системы наблюдений, а также разработать специальную аппаратуру обнаружения.

b) Разрушения на орбите

24. В 2002 году были получены сообщения только о двух разрушениях на орбите, что является наилучшим результатом за последние 13 лет. К сожалению, речь идет о верхних ступенях ракеты-носителя "Ариан", которые были запущены до применения процедур пассивации.

с) Ситуация на геостационарной орбите

25. В 2002 году на геостационарную орбиту было выведено в общей сложности 27 объектов (26 спутников и одна ступень ракеты–носителя). Истекли сроки эксплуатации 13 спутников: 5 спутников были удачно переведены на другую орбиту в соответствии с рекомендациями МККМ; 5 спутников были частично переведены на другую орбиту и будут находиться в оберегаемой зоне на 200 км выше геостационарной орбиты, а 3 спутника были просто оставлены на орбите.

d) Заключение

26. Количество орбитального космического мусора должно быть сокращено в результате применения превентивных мер, которые могут ограничить космическую деятельность. Такие меры должны применяться всеми заинтересованными сторонами. В процессе формулирования нормативных документов важно обеспечить участие международных органов; для этого необходимо разработать комплексную программу технических мероприятий, которая позволит обеспечить полное участие Сети центров, МККН и Комитета по использованию космического пространства в мирных целях.

Индонезия

[Подлинный текст на английском языке]

Правительство Индонезии сообщило, что оно не проводит никаких национальных исследований, касающихся космического мусора, безопасного использования космических объектов с ядерными источниками энергии на борту и проблем их столкновений с космическим мусором.

Латвия

[Подлинный текст на английском языке]

Латвия сообщила, что в стране не существует какой-либо национальной программы, связанной с использованием космического пространства, космическими объектами или космическим мусором.

Маврикий

[Подлинный текст на английском языке]

Маврикий сообщил, что он не проводит никакой космической деятельности.

Перу

[Подлинный текст на испанском языке]

В Перу, согласно полученному сообщению, не проводится никаких национальных исследований, касающихся космического мусора, безопасного использования космических объектов с ядерными источниками энергии на борту и проблем их столкновений с космическим мусором. Тем не менее Национальная комиссия по аэрокосмическим исследованиям и разработкам (КОНИДА) выполняет функции национального и международного координационного центра по вопросам мониторинга космического мусора (нефункционирующие спутники) в связи с возвращением объектов в атмосферу Земли и по вопросам возможных районов падения в целях предотвращения отрицательных последствий и предупреждения международных систем безопасности и гражданской обороны.

Турция

[Подлинный текст на английском языке]

1. Основными направлениями космической деятельности Научно-исследовательского института информационных технологий и электроники (БИЛТЕН) Совета по научно-техническим исследованиям Турции являются проект малых спутников и географическая информационная система дистанционного зондирования. В связи с этим БИЛТЕН осуществляет программу по мониторингу космического мусора, которая позволит прогнозировать сроки возможных столкновений и возвращения космического мусора в атмосферу Земли. В ближайшем будущем предполагается повысить эффективность этой программы за счет использования данных с малого спутника BILSAT.
2. БИЛТЕН проводит также технико-экономическое обоснование создания рентабельной системы мониторинга космического мусора с поверхности Земли. Основными препятствиями на пути осуществления этого проекта являются финансовые трудности.

Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии

[Подлинный текст на английском языке]

1. Введение

1. В течение истекшего года Британский национальный космический центр (БНКЦ) продолжал активно заниматься проблемой космического мусора. БНКЦ, в частности, по-прежнему оказывал содействие усилиям по координации на национальном, общеевропейском и международном уровнях в целях достижения консенсуса по наиболее эффективным методам решения этой проблемы.
2. Являясь членом МККМ, БНКЦ активно содействовал достижению международного согласия по целому ряду вопросов. Основная цель МККМ

заключается в обмене информации об исследованиях по космическому мусору между космическими агентствами–членами, расширении возможностей для налаживания сотрудничества в области исследований по космическому мусору, оценке прогресса в осуществлении текущих совместных мероприятий и в выявлении новых методов решения проблемы космического мусора. Соединенное Королевство принимало участие в работе двадцать первого совещания МККМ, которое было организовано Индийской организацией космических исследований и проходило в Бангалоре, Индия, 10–13 марта 2003 года. Особый интерес вызвал доклад о руководящих принципах МККМ по предупреждению образования космического мусора, сделанный на сороковой сессии Научно–технического подкомитета Комитета по использованию космического пространства в мирных целях в феврале 2003 года (A/AC.105/C.1/L.260).

3. В Европе исследовательский потенциал координируется ЕКА через Координационную группу Европейской сети центров по космическому мусору. Совет ЕКА утвердил экспериментальный проект по космическому мусору в июне 2000 года, а также квалификационный этап этого проекта в декабре 2001 года. БНКЦ входит в состав этой группы наряду с ЕКА и тремя национальными агентствами: АСИ, КНЕС и ДЛР. В настоящее время ведется работа по подготовке обновленного варианта европейского комплексного плана работы.

4. На национальном уровне БНКЦ продолжал оказывать поддержку Координационной группе по космическому мусору Соединенного Королевства, которая ежегодно проводит совещания в целях координации всей исследовательской деятельности и программных мероприятий по космическому мусору, проводимых в Соединенном Королевстве. В сентябре 2002 года в Саутгемптонском университете было проведено очередное ежегодное совещание, в работе которого принимали участие представители многих исследовательских групп, работающих в промышленности и научно–исследовательских учреждениях Соединенного Королевства, включая Европейский аэрокосмический и оборонный концерн (EADS) Astrium, Century Dynamics, Музей естественной истории, Национальный совет экологических исследований, Фонд космической геодезии, Observatory Sciences, QinetiQ, Резерфордскую и Эплтонскую лабораторию, Surrey Satellite Technology Ltd. и Саутгемптонский университет. Это совещание, на котором обсуждались последние международные события, в частности связанные с руководящими принципами и стандартами по уменьшению засорения космического пространства, обеспечило возможность для представления доклада о последних исследованиях, проведенных в Соединенном Королевстве.

5. В Соединенном Королевстве существует особенно мощный исследовательский потенциал в области космического мусора, к которому БНКЦ регулярно обращался для получения беспристрастной технической поддержки консультаций. В течение истекшего года организации Соединенного Королевства провели широкий круг мероприятий, некоторые из которых кратко описаны ниже.

2. Наблюдение и измерение среды космического мусора

а) Мероприятия по наблюдению за космическим мусором

6. Министерство обороны Соединенного Королевства при поддержке Observatory Science Ltd. участвовало в проводимых МККМ в 2002–2003 годах мероприятиях по наблюдению за космическим мусором на геостационарной орбите. Для этого использовалась развернутая министерством сеть телескопов, оборудованных пассивными метрическими формирователями изображений (PIMS).

7. Орбиты объектов, обнаруженных в ходе мероприятий этой сети, были определены и соответствующие данные были представлены координатору мероприятий МККМ. Такие наблюдения и анализ их результатов явились позитивным вкладом в создание более подробного каталога космического мусора на геостационарной орбите (ГСО).

б) Орбитальные датчики и анализ поверхности возвращенных объектов

8. Исследования в отделении минералогии музея естественной истории в Лондоне были по-прежнему сосредоточены на определении характера ударов по поверхности космических аппаратов, в частности, в рамках эксперимента, связанного со станцией Мир, и в связи с космическим летательным аппаратом Японии. В настоящее время сотрудники музея проводят совместно с Юниспейс–Кент анализ остатков веществ в пробоинах на панелях солнечных батарей космического телескопа Хаббла, возвращенных на Землю орбитальной ступенью МТКК "Колумбия" в третьем полете для обслуживания на орбите, финансирование которого осуществлялось ЕКА.

9. Совместно с исследователями Ливеморской национальной лаборатории им. Лоренса в Соединенных Штатах Америки и Имперского колледжа в Лондоне сотрудники Музея естественной истории продолжили оценку орбитальных методов анализа и подготовки частиц, улавливаемых с помощью силиконового аэрогеля. В течение года были проведены предварительные испытания устройства для отбора проб космического мусора и метеорных тел, основанного на использовании многослойной полимерной пленки, и была разработана модель, предложенная для размещения на низкой околоземной орбите.

10. Сотрудники Открытого университета и "Юниспейс–Кент" провели анализ данных о столкновениях с космическим мусором и метеорными телами, полученных с помощью детекторов DEBIE, которые были запущены на борту спутника PROBA, выведенного на полярную орбиту в конце 2001 года. Результаты этого анализа будут в конечном счете использованы для обновления корпускулярных моделей космической среды.

3. Моделирование среды космического мусора

11. Одним из основных направлений деятельности исследователей, занимающихся проблемами космического мусора в Соединенном Королевстве, является моделирование среды космического мусора, его долгосрочной эволюции и потенциальных рисков, которые она создает для возможных будущих космических систем.

а) Поддержка Рабочей группы МККМ по окружающей среде и базе данных

12. Британские исследователи из QinetiQ и Саутгемптонского университета продолжали обеспечивать активное участие БМКЦ в деятельности Рабочей группы МККМ по окружающей среде и базе данных на основе участия в различных проводимых этой группой исследованиях по проблемам моделирования среды космического мусора. Для поддержки этой деятельности на регулярной основе использовались такие британские модели космического мусора, как Комплект компьютерных программ по эволюции космического мусора (IDES) и Архитектура анализа и мониторинга среды космического мусора на геосинхронной орбите (DAMAGE).

б) Моделирование среды космического мусора на высокой околоземной орбите

13. В течение отчетного периода были завершены работы по исследовательской программе Саутгемптонского университета, связанные с разработкой программного обеспечения DAMAGE. Эти исследования финансировались Исследовательским советом по техническим наукам и физике Соединенного Королевства. DAMAGE представляет собой специальную модель для анализа космического мусора на высокой околоземной орбите и, в частности, на ГСО. Моделирование и анализ среды космического мусора на ГСО и связанных с этим рисков для орбитальных систем ставят перед исследователями уникальные задачи, которые отличаются от задач, связанных с анализом космического мусора на низкой околоземной орбите.

в) Быстродействующий пропагатор облака космического мусора

14. Недавно в Саутгемптонском университете было завершено осуществление аспирантской (доктор философии) исследовательской программы по разработке быстродействующего пропагатора облака космического мусора. В работе прежде всего рассматривался вопрос об объеме вычислений, связанных с распространением облака мусора, состоящего из многочисленных фрагментов, в течение длительного периода времени (от 10 до 100 лет). Данные об эволюции такого облака требуются во всех стандартных средствах анализа среды космического мусора и соответствующих рисков, и обычно возможен компромисс между точностью модели распространения и объемом вычислений. В рамках этой работы был проведен анализ распространения облака мусора, которое образуется в результате разрушения объекта, причем фрагменты этого облака рассматриваются в качестве статистического распределения. Было показано, что перенос параметров, определяющих статистические характеристики облака, существенно сокращает объем расчетов, особенно для облаков, состоящих из большого количества отдельных фрагментов. Было показано, что полученные результаты являются достаточно точными и могут быть использованы для оценки долгосрочных рисков столкновения с мусором.

г) Моделирование взаимодействия космических тросов со средой космического мусора

15. В рамках еще одной исследовательской программы на соискание степени доктора философии в Саутгемптонском университете было разработано программное обеспечение для анализа риска столкновения космических тросов с фрагментами мусора. В этой программе используется метод вероятностной

постоянной динамики, и она позволяет разрабатывать модели как для одинарных, так и для двойных гибких тросов. С учетом ограничений, связанных с объемом расчетов, этот метод обеспечивает точные средства для оценки риска обрыва тросов в ходе конкретных полетов.

4. Защита КА от космического мусора, оценка рисков и избежание столкновений

16. Еще одной областью исследований, в которых Соединенное Королевство по-прежнему играет весьма активную роль, является оценка риска столкновений КА с космическим мусором на гиперскоростях и их защита.

а) Поддержка Рабочей группы МККМ по защите КА

17. Компания QinetiQ продолжает активно представлять Соединенное Королевство от имени БНКЦ в Рабочей группе МККМ по защите КА. В настоящее время Соединенное Королевство выполняет председательские функции в этой Рабочей группе, и двухлетний срок ее полномочий истечет в конце двадцать второго совещания МККМ, которое будет проходить в апреле 2004 года. Основной текущей задачей Рабочей группы является разработка руководства по принципам защиты, которое будет содержать техническую информацию, касающуюся оценки риска столкновения КА с космическим мусором и их защиты. Эта работа, которая проводится под руководством Председателя Рабочей группы, близится к завершению, и соответствующий документ будет размещен на веб-сайте МККМ.

б) Моделирование живучести спутников

18. Компания QinetiQ продолжает использовать компьютерную модель SHIELD для оценки живучести конструкций непилотируемых КА в среде космического мусора и для разработки рекомендаций по соответствующим рентабельным стратегиям защиты. Были проведены дополнительные эксперименты по имитации условий для количественной оценки риска столкновений с мусором, получения пробоин и отказа оборудования на репрезентативной трехмерной модели метеорологического эксплуатационного спутника, который планируется запустить в 2005 году. Такая оценка позволила выявить наиболее уязвимые элементы конструкций КА и, таким образом, найти места, где дополнительная защита может оказаться наиболее эффективной.

19. Компания QinetiQ принимала также участие в осуществлении контракта ЕКА, основным подрядчиком в котором выступает Институт им. Эрнста Маха в Германии и который предусматривает изучение реакции типового оборудования КА на соударения с частицами космического мусора и метеорными телами. Будет выполнена обширная программа испытаний в условиях соударения, и в результате будут выведены уравнения ущерба, которые будут включены в модель SHIELD. Благодаря этим новым уравнениям модель SHIELD позволит давать более точную оценку живучести типичного непилотируемого КА.

в) Цифровое моделирование соударений на гиперскоростях

20. Компания Century Dynamics продолжает разрабатывать компьютерную программу AUTODYN, а также продает ее участникам космической

деятельности во всем мире, в том числе агентствам, промышленным компаниям и научным организациям, а также обеспечивает соответствующую поддержку.

21. Осуществляемый ЕКА двухлетний проект исследований близится к завершению, и в результате этого проекта будут существенно расширены возможности по моделированию композитных материалов, подверженных соударениям на гиперскоростях. В течение истекшего года было завершено осуществление трех других проектов для ЕКА и БНКЦ/Astrium и с их участием: эти проекты касаются защиты сотовых конструкций спутников, воздействия частиц мусора на конструкции из углеродистого волокнита, а также воздействия касательных ударов частиц мусора на научный спутник ХММ (спутник с многозеркальным рентгеновским телескопом).

d) Испытания при гиперскоростных столкновениях

22. Кентский университет продолжает широко использовать свою двухступенчатую газовую пушку для изучения столкновений на гиперскоростях. Максимальная скорость пушки повышена и в настоящее время превышает 8 км/сек. В истекшем году работа, связанная с космическим мусором, предусматривала изучение повреждений космических тросов в результате соударений. В предстоящем году одна из аспирантских исследовательских программ в Кенте будет сосредоточена на анализе последствий столкновений для типичных материалов КА.

23. Вскоре начнет функционировать двухступенчатая газовая пушка в новой лаборатории гиперскоростных столкновений Открытого университета. Эта установка позволяет ускорить снаряд миллиметрового калибра до скоростей, с которыми обычно движутся частицы космического мусора, и она используется для оценки реакции датчиков и степени повреждений от космического мусора. Эта пушка дополняет имеющиеся в этой лаборатории установки для микрочастиц "Ван де Граф".

5. Уменьшение засорения

a) Поддержка Рабочей группы МККМ по уменьшению засорения

24. Представитель БНКЦ в Рабочей группе МККМ по уменьшению засорения компания QinetiQ провела изучение рекомендаций МККМ в отношении увода с орбиты спутников ГСО после истечения сроков их эксплуатации. Эта работа направлена на углубление понимания элементов, которые позволяют обеспечить, чтобы выведенные с орбиты спутники впоследствии не попадали в район ГСО. Работа проводилась в сотрудничестве с Саутгемптонским университетом и Аэрокосмической корпорацией Соединенных Штатов Америки.

b) Стандарты уменьшения космического мусора

25. Компания Astrium EADS продолжала осуществление своих скоординированных мероприятий по теме космического мусора, уделяя особое внимание промышленным аспектам уменьшения космического мусора. В результате работы, проведенной Astrium EADS под руководством Соединенного Королевства, был сделан вывод о том, что существующие европейские и международные проекты стандартов и руководящих принципов не пригодны для применения в промышленности, что частично обусловлено методом

формулирования соответствующих требований. В результате проведенного компанией Astrium EADS анализа "функций и обязанностей" и с учетом проведенных научным сообществом исследований в области космического мусора были определены ключевые функции для органов стандартизации, а также для конструкторов и изготовителей КА.

26. Astrium EADS полностью поддерживала политику ЕСКС и БНКЦ в отношении применения подхода МОС к разработке стандартов в отношении космического мусора и с этой целью активно участвовала в обсуждениях по проблемам сокращения космического мусора:

- а) на национальном уровне (Британский институт стандартов (БИС));
- б) на уровне Европейских органов по вопросам стандартизации (ЕСКС), в частности в рабочей группе по космическому мусору, которой было поручено представлять ЕСКС в рамках МОС;
- с) на уровне европейских ассоциаций торговли (Eurospeace);
- д) на основе оказания технической поддержки делегации Соединенного Королевства в МККМ.

27. Astrium EADS играла также ведущую роль в работе координационной группы МОС по орбитальному мусору и оказывала необходимую техническую поддержку делегации Соединенного Королевства. Упомянутая группа играет основную роль в определении нормативных рамок по вопросам маневрирования спутников по истечении срока эксплуатации.

28. В Соединенном Королевстве компания Astrium EADS продолжала работу по укреплению технического потенциала в области космического мусора, включая моделирование столкновений и избежание столкновений.

с) Процесс лицензирования спутников Соединенного Королевства

29. БНКЦ отвечала за выдачу лицензий для подтверждения того, что спутники Соединенного Королевства запускаются и эксплуатируются в соответствии с обязательствами Соединенного Королевства согласно Закону Соединенного Королевства о космической деятельности 1986 года. Для оказания содействия БНКЦ и проведения оценки в процессе выдачи лицензии компания QinetiQ разработала два года назад программное обеспечение для проведения оценки риска столкновений и объема ответственности в отношении спутников Соединенного Королевства, эксплуатируемых в районе ГСО. В течение истекшего года программа была модернизирована для охвата спутников, функционирующих в районе низкой околоземной орбиты. Это программное обеспечение, которое получило название "Оценка столкновения спутников для лицензирования в Соединенном Королевстве" (SCALP), была недавно использована для оценки трех спутниковых систем Соединенного Королевства: Skynet, британской микроспутниковой системы мониторинга чрезвычайных ситуаций и Bilsat, а также АМС-2. Впоследствии всем трем системам были предоставлены лицензии.

d) Программа для оценки риска столкновения с космическим мусором и анализа мер по уменьшению засорения

30. Для ЕКА компания QinetiQ в настоящее время разрабатывает программное обеспечение для оценки риска столкновения с космическим мусором и анализа мер по уменьшению засорения. Это программное обеспечение позволит спутниковым программам в Европе проводить оценку соответствия их мероприятий проекту европейского стандарта по предупреждению образования и защите от космического мусора. Кроме того, недавно модернизированная долгосрочная экологическая модель DELTA (также разработанная компанией QinetiQ для ЕКА) используется для обновления данных, содержащихся в Руководстве ЕКА по уменьшению засорения космического пространства, в котором излагаются результаты обширного анализа долгосрочного процесса эволюции среды космического мусора и эффективности мер по уменьшению засорения.

e) Активные меры по удалению мусора с геостационарной орбиты

31. Международная группа в составе компании QinetiQ, ESYS, OHB–System (D) и "Датч спейс" недавно завершили исполнение финансируемого ЕКА контракта на проведение технико–экономического обоснования предложений о создании космических роботизированных КА для удаления опасных объектов с геостационарной орбиты. Этот проект, получивший название "Робот–чистильщик геостационарной орбиты", предусматривал проведение оценки риска столкновений на ГСО, выявление реальных экономико–технических сценариев полетов и подготовку предложений в отношении надлежащих решений. В рамках этого анализа были определены текущие параметры использования ГСО, а также проведена оценка отказов в работе систем, которые повлияли на эксплуатацию спутников на ГСО. В рамках этого исследования были также рассмотрены общие тенденции на рынке ГСО, а также мероприятия операторов спутников по выводу их оборудования из рабочей зоны ГСО по истечении срока эксплуатации такого оборудования. Была разработана общая модель ГСО для определения риска столкновений на ГСО и учета последствий отказа спутников, интенсивности запусков и мероприятий по уводу с орбиты в будущем.

32. Было показано, что снижение риска столкновений на ГСО в результате использования профилактических полетов главным образом определяется соображениями рентабельности такого решения и желанием заинтересованных сторон осуществить такое решение. В ходе исследования была проведена оценка различных экономических и технических факторов по ряду сценариев полета с целью выработки эффективной концепции активного вмешательства. В результате техническое решение, которому было отдано предпочтение, явилось принципиально новым и требует минимального использования сложных элементов роботизации. Это решение предусматривает использование спутника, оснащенного электрическим двигателем с большим удельным импульсом для работы с большим количеством целевых объектов. Для каждого объекта захват цели производится с использованием простого устройства для общего захвата, после чего объект транспортируется на орбиту захоронения, расположенную выше ГСО. Основные проблемы в процессе разработки возникнут, как ожидается, при конструировании оборудования для захвата, его подсистем

ориентации и контроля орбиты, а также элементов системы наведения навигации и контроля, которые необходимы для безопасного сближения с неконтролируемыми и неуправляемыми целевыми объектами. Была подготовлена также калькуляция затрат и графики этапов разработки и этапов эксплуатации.

III. Ответы, полученные от международных организаций

Комитет по исследованию космического пространства

[Подлинный текст на английском языке]

1. Комитет по исследованию космического пространства (КОСПАР) активно содействовал прогрессу в понимании проблемы космического мусора и поддерживал усилия, направленные на выработку глобального решения по уменьшению засорения космического пространства. Научные совещания по проблемам космического мусора были организованы в ходе тридцать третьей сессии Научной ассамблеи КОСПАР, которая проходила в Варшаве 16–23 июля 2000 года, а также в ходе тридцать четвертой сессии Научной ассамблеи КОСПАР, которая была организована совместно с Международной астронавтической федерацией (МАФ) в форме Всемирного космического конгресса и проходила в Хьюстоне, Техас, Соединенные Штаты Америки, 10–19 октября 2002 года. Кроме того, КОСПАР выступил спонсором третьей Европейской конференции по космическому мусору, которая проходила в Европейском центре космических операций в Дармштадте, Германия, 19–21 марта 2001 года.

2. Эти совещания, на которых был рассмотрен весь спектр технических вопросов, связанных с космическим мусором, обеспечили для участников из всех стран мира надлежащий форум для представления результатов научных исследований и для обсуждения планов на будущее. Были рассмотрены, в частности, такие важные вопросы, как рентабельные методы минимизации объема вновь создаваемого космического мусора и подходы в области сокращения объема орбитального мусора.

3. В ходе научного совещания по космическому мусору, проходившего в рамках Всемирного космического конгресса 2002 года и организованного совместно КОСПАР и Международной академией астронавтики, было представлено 57 отчетов и докладов и 26 плакатов. В ходе шести заседаний были рассмотрены следующие основные проблемы: а) измерение и моделирование космического мусора и метеорных тел; б) анализ риска; с) столкновения на гиперскоростях и соответствующая защита; а также d) меры и стандарты сокращения засорения. О важности проблем геостационарной орбиты свидетельствует тот факт, что одно заседание было полностью посвящено рассмотрению этого вопроса. Следует отметить, что в настоящее время на геостационарной орбите (ГСО) размещено более 300 контролируемых КА.

4. В ряде докладов затрагивался вопрос о совершенствовании систем наблюдений с Земли и из космоса с использованием радаров и оптических датчиков. Эти доклады были посвящены следующим темам:

а) эксперименты, связанные с применением фиксированного луча, проведенные с использованием радара Центра прикладных научных исследований (ФГАН) (чувствительность около 2 см на расстоянии 1 000 км):

б) позитивные результаты технико-экономического обоснования использования Европейской системы РЛС в ионосфере Центра европейской системы исследований некогерентного рассеяния в зоне полярного сияния для обнаружения мелких (менее 10 см) фрагментов космического мусора на низкой околоземной орбите (НОО);

с) обнаружение мелких фрагментов мусора с помощью методов интерферометрии со сверхдлинной базой благодаря использованию Евпаторской обсерватории, Украина;

д) программа оптических измерений орбитального космического мусора НАСА и Станция оптических наблюдений ВВС США на о-ве Мауи;

е) первые результаты наблюдений на переходных геостационарных орбитах с небольшим наклоном при помощи телескопа ЕКА диаметром 1 метр в Танарифе (Канарские острова).

5. В некоторых докладах рассматривались характеристики микрофрагментов мусора и метеорных тел на околоземной орбите. В этих докладах были рассмотрены следующие вопросы:

а) значение вторичных выбросов для увеличения объема космического мусора;

б) пылевой датчик соударений на геостационарной орбите, установленный на борту спутников "Улисс" и "Галилео", которые были выведены на геостационарную орбиту в сентябре 1996 года при помощи российского спутника "Экспресс-2" и прекратили функционировать в 2002 году;

с) результаты наблюдений потока Леониды в последние годы и прогнозы на ноябрь 2002 года.

6. Ряд докладов были посвящены усовершенствованным моделям среды космического мусора, например EVOLVE и LEGEND (трехмерная модель перехода с НОО на ГСО) НАСА и справочной модели засоренности околоземного космического пространства метеорными телами и фрагментами мусора (MASTER) – 2001 ЕКА. Был представлен доклад о подтверждении возможности применения разработанных НАСА моделей фрагментации после взрыва в отношении частиц размером до одного миллиметра. Модели фрагментации имеют принципиально важное значение для моделирования среды космического мусора, поскольку они позволяют описать облака мусора и их будущую эволюцию.

7. Некоторые доклады были посвящены таким важным темам, как прогресс в разработке моделей столкновений на гиперскоростях и соответствующая защита, результаты анализа ударов метеорных тел и фрагментов мусора после полета "Спейс шаттл" и общая характеристика рентабельных методов обеспечения защиты от столкновений непилотируемых КА.

8. В ряде докладов рассматривались вопросы, касающиеся оптических наблюдений на геостационарной орбите, увеличения количества объектов

искусственного происхождения в этом районе и возникающего в результате этого риска столкновения. В районе ГСО произошло по меньшей мере два разрушения (КА "Экран" и промежуточная ступень Titan). Тем не менее фрагменты распада не были включены в каталог, а это означает, что их орбита неизвестна. Фрагменты этих объектов будут продолжать находиться в районе ГСО. Были предприняты усилия по обнаружению фрагментов и снижению порога обнаружения до 10–20 см, что позволило достичь существенного прогресса. Был сделан доклад по оперативным вопросам избежания столкновений на ГСО.

9. Ряд космических агентств предприняли значительные усилия для анализа мер по предупреждению создания космического мусора и их последствий для эволюции космического мусора в долгосрочной перспективе. Осуществление только контроля за взрывами оказывает лишь незначительное воздействие на долгосрочный процесс эволюции. Необходимо обеспечить удаление КА и верхних ступеней ракет после завершения программ полета, например, в результате незамедлительного спуска с орбиты по окончании программы полета или перевода на орбиту, продолжительность существования на которой является ограниченной (например, менее 25 лет). В одном из докладов было показано, что стабильность орбит захоронения для навигационных спутниковых систем Глобальной системы определения местоположения (GPS), глобальной навигационной спутниковой системы (GLONASS) и "Галилео" в значительной степени зависит от параметров орбиты. Необходимо провести дополнительную работу для определения рентабельных и стабильных орбит захоронения.

10. В ходе научного совещания было представлено Руководство ЕКА по уменьшению засорения космического пространства 2002 года. Участники рассмотрели такие важные вопросы, как оценка стоимости применения методов уменьшения засорения космического пространства и связанные с космическим мусором аспекты, которые необходимо учитывать при конструировании и эксплуатации КА.

11. Все более важное значение приобретает вопрос о наземных рисках, связанных с неполным разрушением КА после возвращения в атмосферу. Были представлены результаты анализа схода спутника ВерроSAX и спутника для исследования верхних слоев атмосферы (VAPC), после чего была представлена обновленная информация по разработанной ЕКА аналитической программе в отношении аэродинамического разрушения КА при возвращении в атмосферу (SCARAB).

12. Были предприняты усилия по разработке основных элементов проекта европейского стандарта по предупреждению образования и защите от космического мусора в рамках рабочей группы, в состав которой входили представители ЕКА и национальных космических агентств (АСИ, БНКЦ, КНЕС и ДЛР). Основная цель этого стандарта заключается в определении мер по предупреждению образования космического мусора и в формулировании концепции оберегаемых зон НОО и ГСО, в которых загрязнение достигло максимальных уровней. Этот стандарт основывается на Руководящих принципах МККН по предупреждению образования космического мусора.

13. Был представлен доклад, в котором описывались мероприятия, проведенные в последнее время в Японии в связи с космическим мусором

(рекламные мероприятия, наблюдения, защитные меры, меры по сокращению засорения и исследования по проблемам космического мусора, которые будут проводиться новой объединенной космической организацией Японии, которая начнет функционировать в январе 2004 года).

14. В ходе научного совещания по проблемам космического мусора была представлена последняя информация о текущих научных исследованиях и технических знаниях в области космического мусора в различных странах мира. Хотя отмечалось, что в различных областях исследований был достигнут прогресс, необходимо предпринять дополнительные существенные усилия для обеспечения единообразного и последовательного применения мер, направленных на предупреждение образования космического мусора, в процессе конструирования и эксплуатации космических систем всеми пользователями. В рамках этого процесса обсуждения по теме космического мусора в Комитете по использованию космического пространства в мирных целях имеют ключевое значение для поиска глобального решения в отношении применения мер по уменьшению засорения космического пространства.
