



Генеральная Ассамблея

Distr.: General
10 December 2009
Russian
Original: English

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>Стр.</i>
I. Введение	2
II. Ответы, полученные от государств-членов	2
Германия	2
Италия	5
Япония	6
Мьянма	9
Польша	11
Таиланд	11



I. Введение

1. В своей резолюции 64/86 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, 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 сорок шестой сессии Научно-технический подкомитет согласился с тем, что исследования проблемы космического мусора необходимо продолжать, а государства-члены должны предоставлять всем заинтересованным сторонам результаты таких исследований, в том числе информацию о принимаемых практических мерах, которые доказали свою эффективность в сведении к минимуму образования космического мусора (А/АС.105/933, пункт 74). В вербальной ноте от 31 августа 2009 года Генеральный секретарь просил правительства представить любую информацию по этому вопросу до 30 октября 2009 года, с тем чтобы ее можно было представить Подкомитету на его сорок седьмой сессии.
3. Настоящий документ подготовлен Секретариатом на основе информации, полученной от Германии, Италии, Мьянмы, Польши, Таиланда и Японии.

II. Ответы, полученные от государств-членов

Германия

[Подлинный текст на английском языке]
[5 ноября 2009 года]

В 2009 году Германия активно участвовала в работе Межагентского координационного комитета по космическому мусору (МККМ), Европейской сети экспертных центров по проблеме космического мусора, Европейского объединения по стандартизации в области космонавтики, Рабочей группы по космическому мусору и Координационной рабочей группы по орбитальному мусору при Международной организации по стандартизации.

Требования, касающиеся предупреждения образования космического мусора, являются частью "Требований к качеству и безопасности изделий для космических проектов ДЛР" Германского аэрокосмического центра (ДЛР). Требования этого документа, последняя версия которого была издана в 2009 году, применяются ко всем национальным космическим проектам, осуществляемым при поддержке ДЛР.

В Германии проводятся исследования по различным аспектам проблемы космического мусора, таким как моделирование среды космического мусора, технологии наблюдения (разработка датчиков прямого действия для установки на борту космических аппаратов и исследование последствий высокоскоростных соударений для космических аппаратов), а также технологии защиты космических систем от космического мусора и ограничения образования в дальнейшем космического мусора. Финансирование осуществляется либо напрямую из государственного бюджета, либо через Европейское космическое агентство (ЕКА).

Ниже приведена краткая информация об исследованиях, проведенных в Германии в 2009 году и финансировавшихся на национальном уровне.

Совершенствование экспериментальной базы для исследования высокоскоростных соударений

Фраунгоферский институт высокоскоростной динамики (Институт им. Эрнста-Маха (ЭМИ)) во Фрайбурге имеет богатый опыт проведения экспериментов на высокоскоростные соударения. В настоящее время в институте осуществляется два проекта по совершенствованию экспериментальной базы. Цель данных проектов – научиться имитировать в экспериментальных условиях высокоскоростные соударения на скоростях около 10 км/с, не изменяя физических свойств бомбардирующих частиц, а также снизить стоимость эксперимента за счет уменьшения заряда газовой пушки. С этой целью предполагается модернизировать имеющуюся газовую пушку (так называемую мини-пушку, или Baby LGG) таким образом, чтобы с ее помощью можно было на воспроизводимой основе разгонять миллиметровые частицы до скорости 10 км/с. В первое полугодие была смонтирована и испытана новая секция высокого давления.

Кроме того, для разгона частиц до высоких скоростей в ЭМИ разрабатывается концепция нового ускорителя на основе технологии газовой пушки, получившего название "спаренной пушки". В отчетный период была завершена работа над эскизным проектом нового ускорителя.

Оба новых ускорителя помогут лучше понять физические процессы, происходящие при соударениях на сверхвысоких скоростях.

Брауншвейгский технический университет: позиция Германии в отношении экономичности и устойчивости мер по предупреждению образования космического мусора

Цель данных исследований – обосновать государственную позицию относительно экономичности и устойчивости мер по предупреждению образования космического мусора в контексте обсуждения научно-технических аспектов проблемы и подкрепить позицию немецкой делегации в ЕКА и таких международных комитетах, как МККМ и Научно-технический подкомитет. Аналитические исследования проводятся в Институте аэрокосмических систем Брауншвейгского технического университета. О работе в данной области подробно рассказывалось в предыдущем национальном докладе об исследованиях по проблеме космического мусора (см. А/АС.105/931).

Аналитические исследования, лежащие в основе современной позиции Германии

В Руководящих принципах МККМ по предупреждению образования космического мусора определены два "охраняемых района" околоземного пространства: район низких околоземных орбит (НОО) высотой до 2 000 км от Земли и район геостационарной орбиты (ГСО). До последнего времени было известно лишь о четырех случаях столкновения между каталогизированными объектами, к которым недавно добавилось столкновение между спутниками Iridium 33 и "Космос-2251", произошедшее весной 2009 года. Все эти инциденты произошли в районе НОО. Как показывают результаты последних исследований имитационных моделей, на сегодняшний день единственным серьезным фактором, способным привести к новым столкновениям, являются крупные взрывы отработавших ракетных блоков и спутников в районе НОО. Подавляющее большинство действующих спутников в районе геостационарной орбиты занимают четко определенные позиции вдоль экватора, а наклонение их орбиты близко к нулю. Для того чтобы не выходить за пределы отведенных им участков орбиты, такие спутники должны совершать частые маневры. Однако любой пассивный объект, находящийся в данном регионе, может продрейфовать через эти участки орбиты и столкнуться с одним из управляемых спутников, которых в настоящее время насчитывается 381¹, что может привести к появлению новых объектов, способных вызывать столкновения в будущем. Таким образом, меры по предупреждению образования космического мусора должны преследовать две приоритетные цели:

- а) предотвращение любых взрывов в районе НОО;
- б) вывод всех крупных нефункциональных объектов из района ГСО.

В настоящее время ведется работа по изучению экономических издержек и выгод возможных стратегий борьбы с засорением на основе результатов проекта "Комплексные услуги по вопросам космического мусора" 2004 года и последних имитационных экспериментов.

Изучение предложений по удалению космического мусора

Хотя удаление космического мусора и считается целесообразным, предлагаемые для этого методы отличаются большой технической сложностью и требуют больших финансовых затрат, а их осуществимость и эффективность пока не доказаны.

Методы, предлагаемые для устранения более крупных объектов космического мусора, призваны не допускать их разрушения на активно используемых орбитах. Более крупные объекты космического мусора планируется различными способами сводить с орбиты в атмосферу или уводить на орбиту для захоронения. Для изменения орбиты таких объектов предлагается применять роботизированные системы с обычными двигательными установками или использовать крупные конструкции, которые будут взаимодействовать с атмосферой Земли (дополнительное торможение за счет сопротивления

¹ See: R. Choc and R. Jehn, *Classification of Geosynchronous Objects*, Issue 11 (Darmstadt, Germany, European Space Agency, European Space Operations Centre, February 2009).

атмосферы), геомагнитным полем (электродинамические тросы, "магнитные паруса") или радиационным давлением солнечного ветра ("солнечные паруса").

Если устранение более крупных космических объектов ведет к сокращению случаев образования космического мусора в долгосрочной перспективе, то устранение более мелких объектов позволяет в краткосрочной перспективе сократить количество уже имеющихся осколков.

Для удаления более мелких объектов космического мусора чаще всего предлагается использовать метод прямого рассеяния или термической деструкции с помощью наземных, воздушных или космических лазерных систем либо метод сбора с помощью улавливающих устройств. На проект такого устройства, разработанный в ДЛР, был выдан патент DE 10 2008 005 600.6. Проект предусматривает создание крупного улавливающего устройства, установленного на спутниковой платформе. Спутниковая платформа способна совершать орбитальные маневры (на низких орбитах с эксцентриситетом) и собирать объекты космического мусора в направлении полета или сзади. Как показывают предварительные расчеты, для удаления космического мусора можно найти подходящие орбиты.

Датчик прямого действия MDD3

В рамках осуществляемой ДЛР программы орбитальных испытаний планируется установить на российском спутнике "Спектр-Р" детектор прямого действия MDD3, разработанный и изготовленный в ЭМИ. Детектор является частью аппаратуры для непосредственной регистрации высокоскоростных соударений с микрометеоритами и космическим мусором с помощью нескольких автономных датчиков; данный эксперимент будет способствовать изучению этих двух групп микрочастиц, присутствующих на земной орбите. В отчетный период работа по изготовлению и испытанию детектора была завершена, а его запуск намечен на конец 2009 года.

Италия

[Подлинный текст на английском языке]

[24 ноября 2009 года]

Италия осуществляет национальные инициативы по решению проблемы космического мусора и поддерживает международную деятельность по уменьшению образования космического мусора и предотвращению связанного с ним ущерба.

В течение 2009 года операторы Группировки малых спутников для дистанционного зондирования Средиземноморского бассейна (COSMO-SkyMed) совершили несколько маневров с целью предотвращения столкновений, в том числе после аварии со спутником Iridium 33.

На пятьдесят второй сессии Комитета, которая была проведена в Вене 3-12 июня 2009 года, делегация Италии совместно с делегацией Германии внесла предложение о создании под эгидой Организации Объединенных Наций международной платформы данных и информации об объектах в космическом пространстве (см. документ А/АС.105/2009/CRP.19). Такая база данных,

содержащая добровольно представляемые сведения, которые будут доступны всем государствам-членам будет способствовать безопасному и устойчивому использованию космического пространства в мирных целях, и ее создание тесно связано с темой "долгосрочная устойчивость космической деятельности", предложенной делегацией Франции.

Япония

[Подлинный текст на английском языке]
[5 ноября 2009 года]

1. Общий обзор

Исследования по проблеме космического мусора, которыми в Японии занимаются в основном Японское агентство аэрокосмических исследований (ДЖАКСА) и Университет Кюсю, охватывают следующие основные направления. Главная цель стратегии ДЖАКСА в области исследований и разработок состоит в том, чтобы решить проблему космического мусора или разработать надлежащие контрмеры в соответствии со следующими категориями:

- категория А. Обеспечение безопасности полетов: извлечение максимальной выгоды от космической деятельности (тактика: наблюдение и моделирование; оценка и контроль факторов риска; разработка средств защиты; наблюдение за мусором, предотвращение столкновений и т.д.);
- категория В. Охрана окружающей среды и обеспечение безопасности на земле: устойчивое развитие космической деятельности и обеспечение безопасности на земле в плане защищенности от объектов, сходящих с орбиты (тактика: принятие мер по предотвращению образования космического мусора; прогнозирование засоренности космического пространства; обеспечение защиты от объектов, возвращающихся в атмосферу; наблюдение за объектами, возвращающимися в атмосферу и т.д.);
- категория С. Оздоровление орбитальной среды: предотвращение цепных реакций образования космического мусора в результате столкновения орбитальных объектов и увод отработавших объектов с насыщенных орбит (тактика: увод крупных объектов на основе международного сотрудничества)

В настоящем докладе рассказывается о некоторых из направлений исследований и разработок, предусмотренных в вышеупомянутой стратегии.

2. Разработка технологий наблюдения за космическим мусором на геостационарной орбите

Исследовательский центр новых технологий ДЖАКСА занимается разработкой технологии наблюдения за объектами, находящимися на геостационарной орбите (ГСО), которая призвана помочь в решении проблемы космического мусора. С 2006 года при центре действует обсерватория для

наблюдения за космическим мусором, которая расположена на горе Ньюкаса (Нагано). Обсерватория оснащена двумя телескопами и двумя ПЗС-камерами.

Основная задача обсерватории заключается в разработке технологий для обнаружения неучтенных объектов космического мусора в районе ГСО и определении их орбит. Начиная с 2000 года для обнаружения слабоконтрастных объектов, не различимых на изображениях, полученных с одной ПЗС-матрицы, используется метод суммирования сигналов с нескольких ПЗС-матриц. Единственный недостаток данного метода заключается в том, что анализ данных, необходимых для обнаружения невидимых объектов, траектория которых неизвестна, занимает слишком много времени в связи с необходимостью рассчитать и проверить несколько возможных траекторий. Хотя обнаружить неучтенные объекты космического мусора, траекторию которых можно так или иначе рассчитать нетрудно, такой метод их поиска занимает слишком много времени и не очень удобен на практике. Для того чтобы сократить время, требуемое для анализа данных, начата разработка системы на основе программируемых пользователем вентильных матриц (ППВМ). При применении метода наложения сигналов больше всего времени уходит на вычисление среднего значения каждой точки частей изображения. Поскольку ППВМ представляет собой электрическую цепь, она хорошо подходит для простых вычислений. Для нее требуется более оригинальный и упрощенный алгоритм. Было выяснено, что если преобразовать фрагменты изображения в двоичную форму, подобрав подходящую пороговую величину, а затем рассчитать сумму таких изображений, то можно получить практически такой же результат, как и при применении исходного алгоритма наложения сигнала. Различие между исходным и новым алгоритмом показано на рисунке 1². Рассчитывать сумму намного проще, чем срединные значения, что очень подходит для ППВМ. Кроме того, само преобразование в двоичную форму позволяет сократить объем данных в 16 раз, что заметно сокращает время, необходимое для анализа информации. Для осуществления этого алгоритма и была разработана система ППВМ. На рисунке 2² изображена панель ППВМ (Н101-РСІХМ, изготовлено компанией "Наллатех"). Панель ППВМ позволяет сократить время анализа данных почти в тысячу раз. Это существенное улучшение. Панель будет установлена в обсерватории и начнет использоваться для наблюдений уже в ближайшем будущем.

3. Новый тип датчика для непосредственного измерения частиц космического мусора

Возможность измерения крупных частиц космического мусора (размером более 100 мкм) приобретает все большее значение, особенно с инженерной точки зрения (например, для проектирования и эксплуатации космических систем). Однако измерить силу соударения с потоком таких крупных частиц весьма сложно из-за их большой разреженности. Системы датчиков для наблюдения за частицами такого размера должны иметь большую зону регистрации, тогда как для их размещения в космическом пространстве необходимо, чтобы они имели небольшой вес, потребляли мало энергии и были

² Полный вариант доклада Японии, содержащий упоминаемые в тексте рисунки и приложение, размещен на сайте Управления по вопросам космического пространства Секретариата (www.unoosa.org/oosa/natact/sdnps/2009/index.html).

прочны и нетребовательны к качеству телеметрии. Данные непосредственных измерений используются в следующих областях:

- а) проверка моделей засоренности космического пространства метеорными телами и космическим мусором;
- б) проверка моделей эволюции засоренности космического пространства метеорными телами и космическим мусором;
- с) моментальное обнаружение непредвиденных явлений, таких как взрывы на орбите (например, в связи с испытанием противоспутникового оружия).

ДЖАКСА занимается разработкой простого датчика для обнаружения пылевых частиц размером от 100 микрометров до нескольких миллиметров. Он представляет собой тонкую непроводящую пленку, на которую близко друг к другу нанесены тонкие полосы проводящего материала. Столкновение с частицей пыли обнаруживается при разрыве одной или нескольких полос в результате образования пробоины от удара. Такой датчик прост в изготовлении и практически не требует калибровки, так как по сути представляет собой цифровую систему. Разработчики изготовили несколько опытных образцов, которые были использованы в экспериментах на высокоскоростные соударения. Эксперименты показали, что опытные образцы успешно функционируют и позволяют измерять диаметр ударных частиц (частиц мусора) по числу разорванных полос датчика.

4. Мониторинг риска столкновений

Начиная с 2008 года ДЖАКСА отслеживает случаи сближения различных космических объектов с крупногабаритным усовершенствованным спутником наблюдения суши ALOS. Информация о параметрах орбиты космических объектов в формате двустрочных наборов элементов поступает с Сети станций космических наблюдений Соединенных Штатов. На основании этих данных в автоматическом режиме ежедневно проводится оценка опасности столкновений и составляются прогнозы на семь дней, результаты которых рассылаются по электронной почте. При выявлении вероятности сближения двух объектов в соответствии с определенными критериями ДЖАКСА, если есть такая возможность, проводит радиолокационное наблюдение для получения более точной информации о параметрах орбиты опасных объектов. Если после проведения более точной оценки опасность столкновений подтверждается, ALOS производит маневр уклонения.

В 2007 году ДЖАКСА разработало программные средства для оценки вероятности сближения космических объектов. Программа позволяет выполнять все вышеупомянутые операции, необходимые для эффективной оценки рисков. Она также дает возможность получать трехмерные изображения, которые помогают лучше представить траекторию сближения двух объектов.

К настоящему времени ALOS совершил один маневр для избежания столкновения. ДЖАКСА будет продолжать работу по отслеживанию опасности столкновений и в будущем.

5. Активная система удаления космического мусора

В настоящее время ДЖАКСА изучает вопрос о создании активной системы удаления космического мусора. Для буксировки крупных объектов космического мусора с полезных орбит на орбиту увода предлагается использовать малый космический аппарат, например микроспутник, который можно будет запустить в космос в качестве дополнительного груза. Для перемещения аппарата между орбитами предлагается использовать технологию электродинамического троса (ЭДТ). Технология ЭДТ может применяться для снижения орбиты "мусороуборочной" системы без использования двигателя (см. приложение²).

Мьянма

[Подлинный текст на английском языке]
[9 ноября 2009 года]

1. Введение

Космический мусор – это все искусственные нефункционирующие объекты, их фрагменты и части, которые находятся на околоземной орбите или возвращаются в плотные слои атмосферы и которые более не планируется использовать по их прямому назначению или в любых других законных целях – независимо от того, известны ли владельцы таких объектов или нет.

Поскольку космический мусор оказывает все более заметное влияние на работу космических систем, возрастает необходимость в международном сотрудничестве с целью разработки адекватных и доступных стратегий предотвращения образования космического мусора в ходе будущих полетов.

Любая страна, имеющая собственные спутники для использования космического пространства в мирных целях, должна проводить исследования по проблеме космического мусора, в том числе по таким темам, как методы измерения космического мусора, математическое моделирование засоренности космоса, оценка факторов риска, связанных с космическим мусором, и разработка мер по предупреждению его образования.

2. Текущая ситуация в Мьянме

Хотя в Мьянме уже более 10 лет широко применяются космические технологии, разработка собственной космической техники находится лишь на начальной стадии, а соответствующая инфраструктура еще не создана. В последние годы в стране было налажено обучение и подготовка специалистов по космической технике и было проведено несколько исследований в космической области.

По словам председателя Государственного совета мира и развития, хотя Мьянма в настоящее время и не является космической державой, ее министерство науки и технологий может внести определенный вклад в исследования и разработки в области космической техники. В частном секторе астрономическая исследовательская группа проводит космические наблюдения с помощью телескопа.

Мьянма намерена расширять деятельность в космической области и планирует проводить исследования по проблеме космического мусора в сотрудничестве с другими странами и внести ценный вклад в подготовку технических докладов и данных МККМ и Управления по вопросам космического пространства Секретариата.

3. Направления исследований по проблеме космического мусора

При разработке концепции борьбы с засорением космоса группа космических исследований при министерстве науки и технологий планирует изучить следующие темы:

- а) измерение космического мусора с земли и из космоса; влияние космического мусора на работу космических систем;
- б) моделирование среды космического мусора и оценка связанных с ним факторов риска;
- в) меры по предупреждению образования космического мусора и сокращению его количества, стратегия защиты от космического мусора и оценка их эффективности.

Наземные измерения можно разделить на две категории: радиолокационные и оптические. Космические измерения включают анализ поверхности возвращенных объектов, измерения с помощью детекторов соударений, а также изучение влияния крупных и мелких объектов космического мусора на функционирование космических систем.

Моделирование засоренности космической среды включает составление краткосрочных и долгосрочных моделей. Оценка факторов риска, связанных с космическим мусором, включает оценку риска столкновения с объектами, находящимися на околоземных и геостационарной орбитах, а также риска возвращения космического мусора в плотные слои атмосферы.

С целью постепенного сокращения засоренности космического пространства необходимо изучить такие вопросы, как предотвращение образования космического мусора в ходе нормального функционирования космических объектов, предупреждение распада орбитальных объектов, а также сход с орбиты и поднятие высоты орбиты космических объектов. Для обеспечения защиты от космического мусора следует рассмотреть вопрос об оснащении космических аппаратов защитными экранами и устройствами предотвращения столкновений. При оценке эффективности мер по предупреждению образования космического мусора необходимо учитывать такие факторы, как наличие общей стратегии, размеры издержек и т.д.

4. Заключение

Поскольку Мьянма делает лишь первые шаги в области космической техники, ей необходимо получать данные о космическом мусоре от Научно-технического подкомитета, ДЖАКСА и из Базы данных и системы информации ЕКА об объектах в космическом пространстве, а также знакомиться с результатами исследований по проблеме космического мусора, проводимых в рамках международного сотрудничества. Если Мьянме будет оказано содействие в проведении измерений засоренности околоземного пространства, она сможет

сообщать Комитету и Управлению по вопросам космического пространства о ходе дальнейших исследований по проблеме космического мусора.

Польша

[Подлинный текст на английском языке]
[25 ноября 2009 года]

Для демонстрации технологии свода с орбиты отработавших спутников, призванной способствовать снижению засоренности околоземного пространства, в Варшавском техническом университете был осуществлен проект по созданию наноспутника. Демонстрация первоначально была запланирована на ноябрь 2009 года, однако была отложена до осени 2010 года в связи с задержкой разработки ракеты-носителя "Вега". Работа в этой области ведется на базе Познаньского университета им. Адама Мицкевича в сотрудничестве с Центром космических исследований Польской академии наук.

Таиланд

[Подлинный текст на английском языке]
[24 ноября 2009 года]

Для более активного обмена данными и технологиями и их распространения во всем космическом сообществе необходимо поощрять сотрудничество между ведущими космическими агентствами. Такую информацию следует учитывать при разработке новых спутников.
