



**Генеральная Ассамблея**

Distr.: General  
25 February 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, проблемы столкновения ядерных источников энергии  
с космическим мусором**

**Записка Секретариата**

**Добавление**

**Содержание**

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Введение .....	1—2	2
II. Ответы, полученные от государств-членов .....	1—32	2
Германия .....	1—32	2

## 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 30 января по 23 февраля 1999 года.

## I. Ответы, полученные от государств-членов\*

### Германия

[Подлинный текст на английском языке]

1. Германия продолжает проводить интенсивные исследования по проблеме космического мусора. Эта деятельность ведется либо на национальной основе, либо осуществляется по контрактам с Европейским центром космических исследований и технологий (ЭСТЕК) и Европейским центром космических операций (ЕСОК) Европейского космического агентства (ЕКА), которое финансируется из взносов входящих в него государств, при этом вклад Германии составляет около 25 процентов. В Германии исследования по проблеме космического мусора сосредоточены главным образом в Институте механики полета и космической техники Брауншвейгского технического университета (ИФР/ТУБС) и в Центре прикладных научных исследований в Вахтберг-Верховене (ФГАН). Кроме того, ведутся другие исследования, например в космической промышленности Германии.
2. Следующие далее разделы настоящего доклада построены в соответствии с основными направлениями исследований в данной области и освещают исследования по проблеме космического мусора с помощью моделирования; исследования с помощью радиолокационного наблюдения и анализа данных; и другие исследования, имеющие отношение к космическому мусору.
3. В настоящем докладе содержится информация о деятельности, осуществленной после представления предыдущего доклада (см. A/AC.105/680/Add.1 от 2 февраля 1998 года). В рамках этого периода Германский аэрокосмический центр (ДЛР) провел 22 октября 1998 года семинар-практикум по пересмотру национальной стратегии в отношении космического мусора. Основными характерными чертами этой новой стратегии являются:
  - a) координация деятельности по проблеме космического мусора в германской промышленности и науке, а также собственной деятельности ДЛР;
  - b) формулирование автономного вклада в объединенную стратегию ЕКА в отношении космического мусора, включая вклады действующих в Германии организаций;
  - c) создание потенциала для проведения анализа риска в случаях, когда затрагиваются национальные интересы;
  - d) подготовка предложений и рекомендаций по проблеме предотвращения образования космического мусора и ослабления его воздействия;

---

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

е) разработка методологий мониторинга для субсидируемых либо финансируемых государством или правительством космических проектов, касающихся предотвращения образования космического мусора, а также соблюдения международных требований и правил;

ф) сотрудничество ДЛР в формулировании международных правил и разработке соглашений, включая представительство интересов Германии в международных комитетах, таких как Координационный совет ЕКА по космическому мусору, Межучрежденческий координационный комитет по космическому мусору (МККМ) и Комитет по использованию космического пространства в мирных целях.

4. Национальная стратегия была представлена на ежегодной сессии МККМ. В работе сессии участвовала возглавляемая ДЛР делегация, в составе которой было пять представителей различных организаций Германии. В настоящее время эксперт ФГАН является председателем Рабочей группы 1 (Измерения).

5. Германия активно поддерживает усилия Научно-технического и Юридического подкомитетов Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, направленные на завершение работы над докладом, подводящим итоги реализации многолетнего плана деятельности в области космического мусора. Доклад должен быть одобрен на сессии Научно-технического подкомитета в 1999 году для последующего представления на Третьей Конференции Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (ЮНИСПЕЙС-III), на межправительственной конференции и на Техническом форуме. Делегация Германии на Конференции ЮНИСПЕЙС-III, а также германские эксперты на Техническом форуме будут готовы активно участвовать в обсуждении доклада и обмене мнениями относительно дальнейшего рассмотрения проблемы космического мусора в Комитете по использованию космического пространства в мирных целях.

#### 1. Исследования по проблеме космического мусора с помощью моделирования

6. В 1998 году ИФР/ТУБС в основном работал над двумя ранее начатыми исследованиями, относящимися к космическому мусору, для ЕКА. Оба исследования сосредоточены на эталонной модели околоземной среды метеороидного и космического мусора ЕКА (MASTER).

##### а) Усовершенствование модели MASTER

7. Как отмечалось в предыдущем докладе (см. A/AC.105/680/Add.1), модель ЕКА MASTER<sup>1</sup> совершенствуется в отношении обнаружения фрагментов космического мусора размером до 1 мм, образованных не в результате процессов разрушения космических объектов. Такое усовершенствование оказалось необходимым, поскольку ряд измерений и наблюдений показали, что антропогенный космический мусор формируется не исключительно в результате процессов разрушения объектов в космосе. Наземными радиолокационными средствами<sup>2</sup> были обнаружены образовавшиеся в результате включений твердотопливных ракетных двигателей более крупные частицы — так называемый шлак, — а также капельки жидкометаллического охладителя [натрий-калий (NaK)], выделившиеся из отработавших ядерных реакторов в космосе<sup>3</sup>. Размеры этих объектов находятся в диапазоне от более 5 мм до нескольких сантиметров в диаметре. Самый значительный приток космического мусора от этих источников можно ожидать при соответствующих спектре наклона орбиты выявленных объектов и показателях плотности их распределения в космическом пространстве. В отношении диапазона более мелких частиц считается, что среда антропогенного космического мусора малых размеров формируется за счет более мелких продуктов выхлопа при включениях твердотопливных ракетных двигателей, частиц, образующихся в результате разрушения поверхностей космических объектов, а также выбросов<sup>4</sup> от столкновения малых первичных объектов в космосе.

8. Фоновая метеороидная ветвь модели MASTER, в основу которой первоначально был положен подход Дивайна/Штаубаха, была перестроена и дополнена моделью для метеороидных потоков<sup>5, 6</sup>. На рис. 1 показаны в общем виде усовершенствования модели в отношении источников мусора и диапазона размеров составляющих его фрагментов и частиц.

9. В соответствии со структурой модели MASTER источники мусора, не связанные с разрушением объектов, определялись с использованием средств с высокой разрешающей пространственной способностью в диапазоне высот от 200 км [низкая околоземная орбита (НОО)] до области геосинхронной орбиты

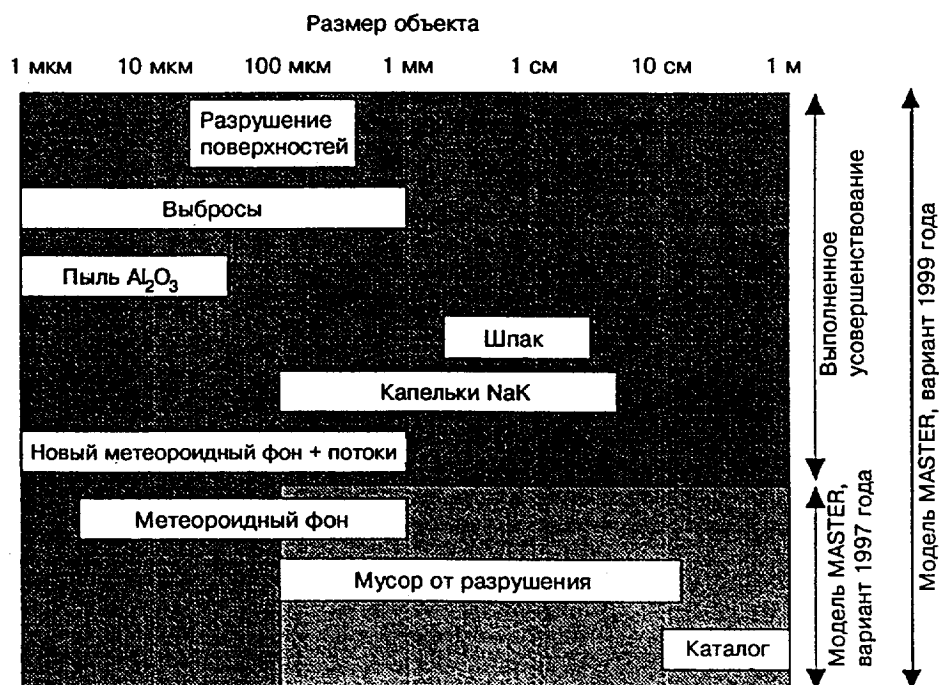
(ГСО). На этапе разработки модели все источники мусора обрабатывались “полудетерминированным” методом. Таким образом формировались отдельные объекты. Они характеризовались с помощью набора орбитальных элементов, которые классифицировались по времени образования, массе и размерам. На последующем этапе этого процесса все объекты экстраполировались в единое временное пространство, так называемый “справочный период”. Модель будет официально выпущена в последнем квартале 1999 года.

10. В результате усовершенствования модели MASTER увеличилась сложность ее программы и соответственно возрос спрос на вводимые в нее данные и на визуальное отображение выходных данных. В результате модель MASTER в настоящее время переходит с программы, управляемой командной строкой, на использование самой современной прикладной программы, управляемой с помощью меню.

11. Разрабатывается графический интерфейс для пользователей, который обеспечивает оболочку для двоичных файлов модели MASTER. Пользователь сможет работать только с этим интерфейсом, а двоичные файлы модели MASTER будут выполняться в фоновом режиме. Интерфейс модели MASTER предоставляет следующие виды услуг (см. пример на рис. 2):

- а) обеспечение эргономического и интуитивного сопряжения, позволяющего ввести все необходимые входные данные в прикладные программы модели MASTER;
- б) выполнение операций, предусмотренных моделью MASTER (аналитические и технические приложения);
- в) графическое отображение результатов, полученных от использования модели MASTER, либо на экране, либо на печать в режиме postscript;
- г) оказание оперативной помощи пользователю в режиме он-лайн.

**Рис. 1**  
**Общий вид усовершенствованной модели MASTER и рассмотренные источники космического мусора, не связанные с разрушением объектов**

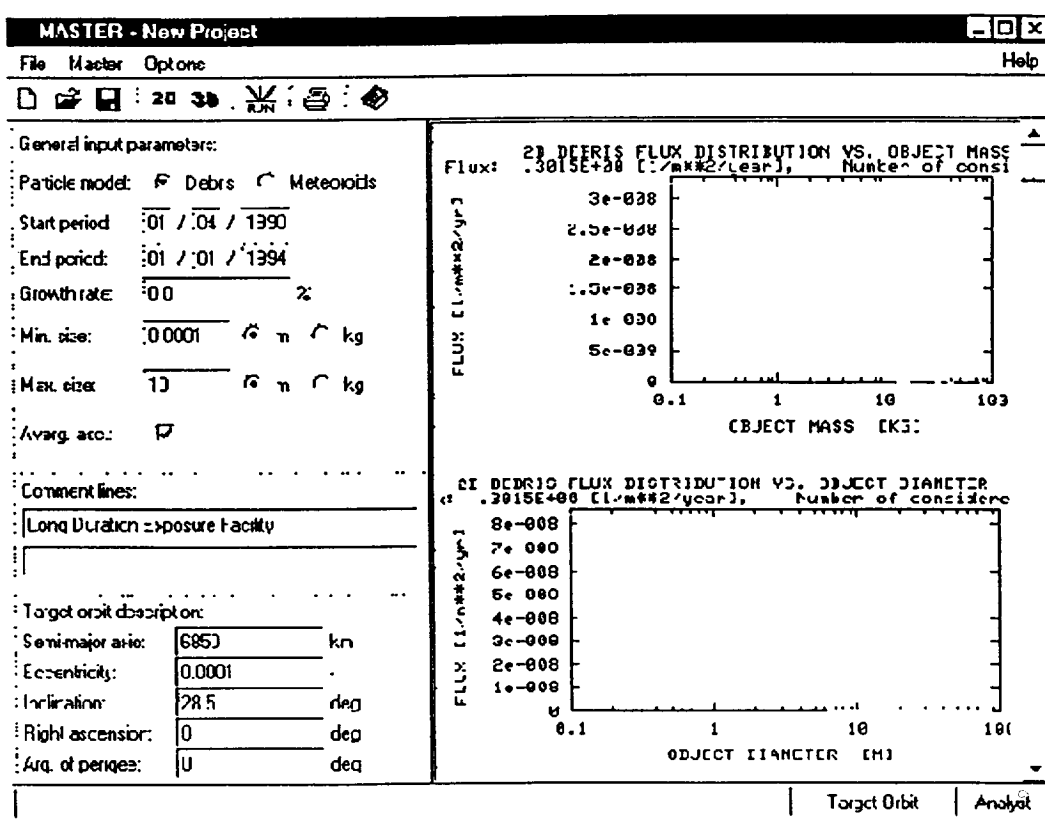


## b) Развитие модели MASTER в целях прогнозирования обнаружения космического мусора

12. Главная цель исследования состоит в разработке и внедрении модульного средства программного обеспечения для прогнозирования скорости прохождения и статистических характеристик, необходимых для обнаружения объектов, размеры которых ниже установленного Каталогом спутников Космического командования США (ЮССПЕЙСКОМ) порога, а также для прогнозирования времени обнаружения и характеристик прохождения детерминированных объектов, включенных в Каталог. Для прогнозирования можно использовать как радиолокационные, так и оптические системы наблюдения, имеющие свои системные ограничения, а также наземное оборудование и бортовые средства космических аппаратов. Математические методы (как при статистическом, так и при детерминированном анализе) позволяют выявить прохождения или прогнозируемые обнаружения объектов в поле зрения конкретного датчика (и окон по дальности, и дальности/скорости в случае радиолокационных систем). На основе модели функционирования системы с конкретным датчиком скорости прохождения затем пересчитываются в скорости обнаружения и пороговые величины размеров обнаруживаемых объектов, соответствующих данному уровню вероятности обнаружения целей, имеющих заранее принятые характеристики по форме, материалу и поверхности.

13. Созданная система программного обеспечения, названная программой прогнозирования радиолокационного и оптического наблюдения (PROOF), имеет сложную модульную структуру. Она включает интерфейсы, сопрягающие ее с базой данных усовершенствованной модели MASTER (для статистического анализа) и с файлом Каталога на определенную дату (для детерминированного анализа, при котором данные поступают в двухлинейном формате, обеспечивая уникальную вводную информацию для каждого объекта). Система программного обеспечения способна верифицировать отдельные вводы в базу данных модели MASTER (например, о каплях NaK), сопоставляя их с результатами имеющихся измерений (например, РЛС "Хейстек" или эксперимент COBEAM). Программное обеспечение способно также оказать помощь при планировании систем наблюдения и кампаний по наблюдению за космическим мусором.

Рис. 2  
Графический интерфейс пользователя модели MASTER



14. Программное обеспечение PROOF охватывает:

- a) все известные источники частиц, объекты в которых имеют в диаметре более 1 мкм (среда, определенная базой данной усовершенствованной модели MASTER и Каталогом ЮССПЕЙСКОМ в случае более крупных объектов);
- b) высоты между 150 км (ниже НОО) и 38 000 км (выше ГСО);
- c) радиолокационные и оптические системы, как наземные, так и на борту космических аппаратов;

оно будет официально выпущено в последнем квартале 1999 года.

2. Радиолокационное наблюдение и анализ данных космического мусора и метеороидов

15. В 1998 году деятельность, связанная с космическим мусором и метеороидами в НИИ физики высоких частот (ФВЧ) ФГАН, велась в основном в рамках трех исследовательских контрактов ЕКА/ЕСОК:

- a) перспективные радиолокационные методы наблюдения за космическим мусором (февраль 1995 года — сентябрь 1998 года);
- b) совместное слежение за фрагментами космического мусора (апрель 1997 года — июль 1998 года);
- c) разработка алгоритмов для радиолокационного обнаружения фрагментов космического мусора средних размеров (апрель 1997 года — июль 1999 года).

16. Эти мероприятия преследовали следующие основные цели:

- a) изучение усовершенствованных методов наблюдения за космическим мусором и сбора данных;
- b) разработка и освоение эффективных, высокоавтоматизированных методов и алгоритмов для обработки данных, обнаружения и анализа фрагментов космического мусора и метеороидов;
- c) обеспечение установления четко определенной уникальной взаимосвязки между результатами измерений и прогнозами на основе моделирования.

a) Радиолокационное наблюдение и анализы данных метеороидов

17. Оценка чувствительности РЛС слежения и получения изображений (TIRA) в L-диапазоне показала, что в настоящее время она позволяет обнаруживать сферические объекты диаметром 2 см на удалении 1000 км благодаря использованию оптимальных стратегий обнаружения и учету всех модификаций и усовершенствований технических средств и средств обработки сигналов, которые предлагаются и реализуются в рамках договоров с ЕКА о проведении научных исследований<sup>7, 8, 9</sup>.

18. Система TIRA ФГАН-ФВЧ применяется прежде всего для исследования методов и технических приемов классификации и опознавания космических аппаратов и самолетов. В какой-то степени РЛС TIRA также используется для обнаружения метеороидов, для наблюдения за их ионизационными следами и для определения их потоков. Длина этих следов около 10 км, и они расположены на высоте около 100 км над землей. Знания об этих потоках необходимы для оценки угрозы функционирующим спутникам со стороны метеороидного ливня Леонид, основной поток которого с наивысшей активностью ожидается 17 ноября 1999 года, в связи с чем Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства Соединенных Штатов Америки предсказывает увеличение фонового потока в 10 тыс.—30 тыс. раз. С помощью узкого луча антенны РЛС TIRA от потока метеороидов отделяется сравнительно небольшой пучок. Поэтому, для того чтобы обеспечить статистически значимое число обнаружений в течение времени измерений, необходимо обнаруживать даже очень малые метеороиды, которых в потоке больше, чем более крупных. Попытка наблюдения метеороидного ливня Леонид в 1997 году путем направления радиолокационной антенны перпендикулярно потоку была неудачной<sup>10</sup>. Метеороиды таких небольших размеров, которые необходимы для подобных наблюдений, создают ионизационные следы с

низкой плотностью электронов, в которые проникает направленная на них волна. Поскольку первичный радиус ионизационных следов составляет несколько величин длины волны РЛС TIRA, волны, отражаемые от единичных электронов, в значительной степени гасятся за счет интерференции<sup>11</sup>. Поэтому радиолокаторы с короткой длиной волны, подобные РЛС TIRA, не обнаруживают нужных при таких наблюдениях метеороидов малых размеров, даже если на них используются крупные отражающие антенны диаметром 34 м, имеющие высокую мощность излучения в 1,5 МВт.

19. В 1998 году главной задачей была разработка альтернативного режима наблюдения. Эта работа выполнялась в рамках исследовательского контракта ЕКА/ЕСОК на разработку алгоритмов для обнаружения частиц космического мусора средних размеров с помощью радиолокатора (апрель 1997 года — июль 1999 года).

*i) Наблюдение метеорных тел*

20. В качестве альтернативы наблюдению за метеорным потоком с помощью перпендикулярно направленного радиолокационного луча в 1998 году исследовались возможности наблюдения по ходу потока. В этом случае положение радиолокационной антенны также регулируется таким образом, чтобы компенсировать вращение Земли. Теоретически было установлено<sup>12</sup>, что частицы, создающие линейную плотность электронов  $1,74 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-1}$ , что соответствует небольшой массе, равной приблизительно 3 мкг, могут обнаруживаться на расстоянии 100 км, что достаточно для создания приемлемой часовой частоты пересечения потока радиолокационным лучом, даже если сечение потока меньше, чем в случае с перпендикулярным расположением радиолокационного луча. Алгоритмы обнаружения еще более совершенствовались и автоматизировались.

*ii) Результаты измерений*

21. С учетом отрицательного опыта, полученного во время наблюдений за метеорным потоком Леонид в 1997 году, теория наблюдения по ходу потока была проверена путем проведения кампании измерений прогнозируемого ежегодного максимума метеорного ливня Персеид, которая была проведена 12 и 13 августа и продолжалась 15 часов. Число обнаружений соответствовало прогнозам, сделанным на основании выполненных другими наблюдателями измерений часовой частоты пересечения потока, а также геометрическим соображениям и подтверждало выдвинутую теорию. Вдохновленные этим результатом исследователи провели еще одну кампанию измерений метеорного ливня Леонид 17 и 18 ноября в течение 12 часов. Вследствие неточного прогноза времени максимума потока число обнаружений оказалось ниже ожидаемого. На рис. 3 показаны четыре из пяти последних отражений волны, имевших место при обнаружении общего числа 17 последовательных импульсов в ходе кампании измерений метеорного потока Персеид. Абсолютные величины замеров полученных сигналов каждого импульса нанесены на график, показывающий число замеров при интервале дискретизации, составляющем 2 мкс. В наблюдениях использовались длина импульса в 500 мкс и время повторения импульса 13,75 мс. Очевидно, появлялись небольшие помехи, которые быстро исчезали.

**b) Радиолокационные методы анализа фрагментации и ущерба от более крупных фрагментов космического мусора**

22. Система РЛС TIRA использовалась для содействия анализу проблемы в случаях, когда возникали непредвиденные обстоятельства, такие как столкновение функционирующих спутников с космическим мусором, причинявшее им ущерб или вызывавшее разрушение. В рамках исследовательских контрактов проводились наблюдения в L- и Ku-диапазонах с помощью РЛС для получения изображений, а результаты анализа использовались при изучении причин и степени причиненного ущерба. Примеры деятельности в 1998 году включают наблюдение за усовершенствованным спутником наблюдения Земли (ADEOS), запущенным японским Национальным агентством по освоению космического пространства в 1996 году, и анализ полученных результатов. Спутник стоимостью около 1 млрд. долл. США был рассчитан на срок активного существования более трех лет. Однако вследствие неисправности бортового источника питания спутник ADEOS не функционирует с 30 июня 1997 года.

23. В рамках контракта, связанного с разработкой усовершенствованных радиолокационных методов наблюдения за космическим мусором, ЕКА обратилось к ФГАН с просьбой провести с помощью системы РЛС TIRA измерения нескольких проходов по орбите спутника ADEOS и проанализировать по-

лученные результаты. Для выяснения причины неисправности были проанализированы на компьютере несколько радиолокационных изображений с разрешающей способностью 25 см. На рис. 4 и 5 приведены примеры радиолокационных изображений, обработанных на компьютере. На этих изображениях отчетливо виден главный корпус спутника ADEOS размерами приблизительно 4 м x 7 м x 7 м. Виден также установленный НАСА рефлектометр, который является характерной особенностью спутника ADEOS. На всех радиолокационных изображениях видны также несколько отражателей на конце стрелы панели солнечных батарей. Длина этой панели — 24 м, ширина — 3 м, а толщина — только 0,5 мм. Она прикреплена к стреле стяжками из углеродного волокна, которые тоже должны быть видны на радиолокационных изображениях. Отсутствие таких центров отражателей на изображениях, а также наличие нескольких отражателей, наблюдаемых на конце стрелы, дали основание предполагать, что панель солнечной батареи больше не зафиксирована плотно на стреле, а сместилась к ее концу. Такое предположение подтверждается информацией, полученной от японского Национального агентства по освоению космического пространства (датчики на панели солнечных батарей зафиксировали рост температуры и вибрации).

Рис. 3 Радиолокационные отражения четырех последовательных импульсов

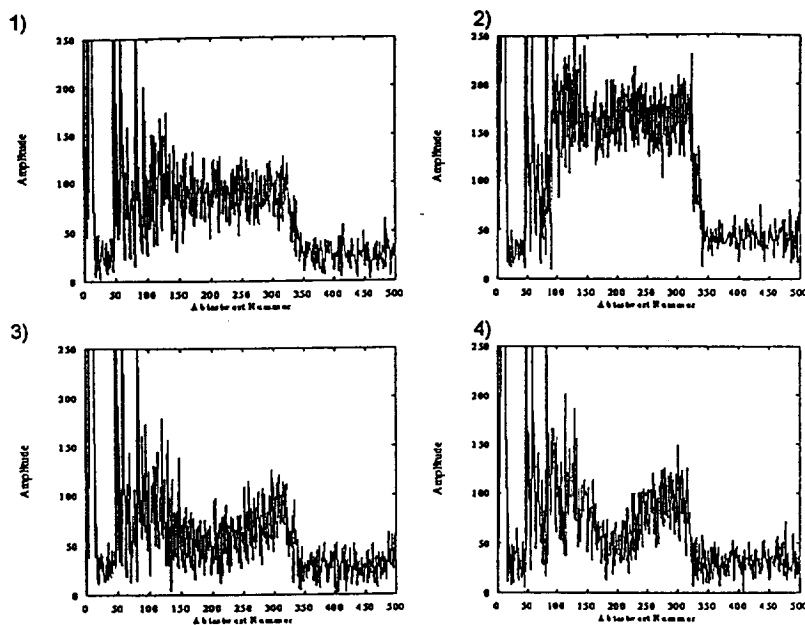
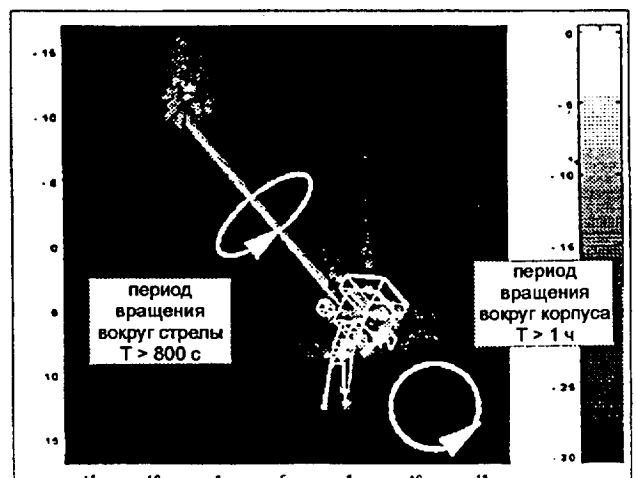
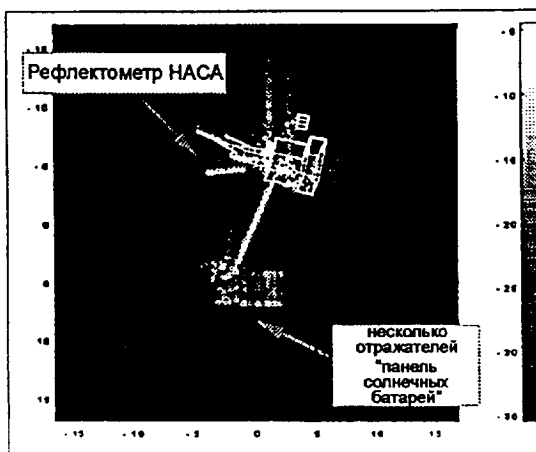


Рис. 4 Радиолокационное изображение усовершенствованного спутника наблюдения Земли ADEOS

Рис. 5 Собственное движение усовершенствованно-го спутника наблюдения Земли ADEOS





24. Для изучения собственного движения спутника ADEOS была разработана простая трехмерная модель с проволочной координатной сеткой. Было установлено, что период вращения спутника ADEOS вокруг стрелы составляет более 800 с, а период вращения вокруг основного корпуса спутника — более одного часа.

с) **Участие в испытательной кампании по верификации функциональности базы данных о возвращении объектов в атмосферу Межучережденческого координационного комитета по космическому мусору**

25. В последние годы ФГАН разработал методики радиолокационного наблюдения и аналитические методы для наблюдения за возвращением в атмосферу космических объектов повышенного риска. Целью этой деятельности было обеспечение Федерального министерства внутренних дел Германии надежными прогнозами в отношении окон вхождения объектов в атмосферу (временная и наземная проекции траекторий), оценками пространственного положения объектов и оценками риска. ФГАН (финансируемый за счет контракта с ДЛР) обладал необходимой компетенцией и был таким образом хорошо подготовлен для участия в испытательной кампании, главной целью которой была верификация функциональности базы данных МККМ о возвращении объектов в атмосферу. Эта база данных была разработана и реализована GMV S.A. (Мадрид) по контракту с ЕКА. В качестве объекта испытаний был избран германский спутник "Инспектор" (объект 25100). Наблюдение за спутником велось со всей территории планеты, и на основе результатов наблюдения орбитальных параметров с помощью оптических и радиолокационных средств были рассчитаны и введены для сравнения в базу данных о возвращении объектов в атмосферу сведения о времени существования спутника на орбите и об окнах вхождения в атмосферу (время и место).

26. С 27 октября по 1 ноября 1998 года ФГАН выполнил в общей сложности 20 радиолокационных наблюдений объекта 25100, провел расчеты параметров орбиты, сделал оценки времени существования спутника на орбите и окон вхождения в атмосферу. Все результаты были введены в базу данных о возвращении объектов в атмосферу. 1 ноября 1998 года в 0906 по всемирному времени, приблизительно за 12 часов до разрушения спутника в атмосфере, было проведено самое последнее измерение (на последнем витке орбиты, доступном для наблюдения с помощью системы РЛС TIRA). На основе данных этого измерения было рассчитано окно вхождения в атмосферу, составившее  $2138 \pm 2,1$  часа. Послеполетный анализ, проведенный ЕКА и НАСА, установил характеристики окна вхождения в атмосферу  $1949 \pm 2$  часа.

3. **Другие исследования, имеющие отношение к космическому мусору**

27. За отчетный период по контрактам ЕКА осуществлялись некоторые другие исследования, имеющие отношение к космическому мусору, среди которых помимо упомянутых выше были:

а) усовершенствование однометрового телескопа Цейса (Карл Цейс, Йена), установленного в Тейдеской обсерватории на Канарских островах, Испания;

б) разработка моделей перспективных материалов для имитации столкновений на гиперзвуковых скоростях в Институте им. Эрнста Маха в Фрайбурге с целью выявления динамических характеристик различных материалов;

с) исследования явления столкновений на гиперзвуковых скоростях для герметизированных космических аппаратов (Институт им. Эрнста Маха);

д) исследования Института им. Эрнста Маха возможностей усиления экранной защиты подверженных значительным внешним воздействиям участков европейского модуля "Колумб" (COF) для Международной космической станции;

е) совершенствование системы базы данных и информации ЕКА для описания объектов в космическом пространстве (ДИСКОС) с помощью Eta max в Брауншвейге;

f) разработка усовершенствованных моделей для анализа разрушения космических аппаратов во время возвращения в атмосферу — Центр гиперзвуковой техники в Геттингене.

28. Кроме упомянутых исследований, проводимых в Германии по контрактам с ЕКА, ведутся кратко охарактеризованные ниже исследования, финансируемые из национального бюджета, которые сосредоточены главным образом на обеспечении анализа риска, изучении влияния разрушающих воздействий на поверхности космических аппаратов и на участии в МККМ.

29. Институт им. Эрнста Маха исследует ущерб, причиняемый ударами микрометеороидов и частиц космического мусора зеркалам грубого наведения оптических терминалов связи, находящихся на орбитах высотой 700 км и 1400 км с наклоном 48° в.д. Для этих орбит были рассчитаны максимальный предел ущерба, а также вероятность полного разрушения космического аппарата единичной частицей космического мусора.

30. В Высшей технической школе земли Северной Рейн-Вестфалия в Ахене продолжают калибровочные испытания нескольких действующих компьютерных кодов для анализа риска. Кроме того, идет подготовка к установке серверного устройства для сбора и распределения результатов испытаний, компьютерных программ и проектных формул. Эта работа является вкладом в деятельность Рабочей группы 3 МККМ (Меры защиты).

31. ДЛР организовал национальный семинар-практикум для информирования всех участников работ по космическому мусору о национальной стратегии, ближайших событиях (например, возвращение в атмосферу орбитальной станции “Мир” или ливни метеорного потока Леонид), о состоянии работ над Руководством ЕКА по предупреждению образования космического мусора, о работе Научно-технического подкомитета Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, а также МККМ. Представитель перестраховщика (компания Bayerische Rück) сделал обзор и предоставил информацию о страховании и перестраховании в космической деятельности.

32. Германия является членом МККМ и представлена в нем ДЛР, который постоянно вносит вклад в работу Координационного комитета в форме обмена информацией, участия в подготовке мероприятий рабочих групп и координации деятельности членов германской делегации. ДЛР был инициатором создания в Интернете собственной страницы МККМ. Германская делегация на шестнадцатой сессии МККМ (Тулуза, 3—6 ноября 1998 года) состояла из пяти человек, один из которых возглавляет Рабочую группу 1 (Измерения). Доклад ДЛР о состоянии дел в области космического мусора, в котором дается характеристика упомянутой выше национальной стратегии, также был представлен на сессии.

#### Примечания

<sup>1</sup>J. Bendisch and others, “The consideration of non-fragmentation debris in the MASTER Model”, paper presented at the forty-ninth Congress of the International Academy of Astronautics, held in Melbourne, Australia, in 1998 (IAA.6.3.04).

<sup>2</sup>T. J. Settecerri, E. G. Stansbery and M. J. Matney, “Haystack measurements of the orbital debris environment”, paper presented to the thirty-second Scientific Assembly of the Committee on Space Research, held at Nagoya, Japan, in 1998 (to be published).

<sup>3</sup>C. Wiedemann and others, “Debris modelling of liquid metal droplets released by RORSATs”, paper presented at the forty-ninth Congress of the International Academy of Astronautics, held in Melbourne, Australia, in 1998 (IAA.6.3.03).

<sup>4</sup>J. C. Mandeville and M. Rival, “Review and selection of a model for ejecta characterization”, Technical Report 452200/01 under European Space Technology Research Centre contract (Toulouse, Centre d'études et de recherche de Toulouse/Office national d'études et de recherche aérospatiales, 1996).

<sup>5</sup>N. Divine, “Five populations of interplanetary meteoroids”, *Journal of Geophysical Research*, vol. 98 (1993), pp. 17,029-17,048.

<sup>6</sup>P. Staubach, “Numerische modellierung von Mikrometeoriden und ihre Bedeutung für interplanetare raumsonden und geozentrische Satelliten”, thesis presented at the University of Heidelberg, Germany, April 1996.

<sup>7</sup>L. Leushacke and others, “Radar detection of mid-size space debris”, final report No. 6-94, ESA/ESOC contract No. 10182/92/D/IM (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, November 1994).

<sup>8</sup>L. Leushacke, "First FGAN/MPIR Cooperative Debris Observation Campaign: experiment outline and first results", *Proceedings of the Second European Conference on Space Debris, Darmstadt, Germany, 17-19 March 1997* (ESA SP-393).

<sup>9</sup>L. Leushacke, "Mid-size space debris measurements with the TIRA system", *Proceedings of the Forty-eighth International Astronautical Congress, Turin, 1997*.

<sup>10</sup>J. Rosebrock, "Beobachtung des Leonidenstroms 1997", *FGAN-FHP Jahresbericht 1997* (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, 1997), pp. 87-92.

<sup>11</sup>D. W. R. McKinley, *Meteor Science and Engineering*, New York, McGraw-Hill, 1961, p. 233.

<sup>12</sup>J. Rosebrock, "Radarreflexionen an unterkritischen Ionisationsschläuchen von Meteoriten bei Sicht in den Radian-ten", *FGAN-FHP Jahresbericht 1998* (Wachtberg-Werthhoven, FGAN-FHP, 1998).