



Asamblea General

Distr. GENERAL

A/AC.105/619/Add.1
1º de febrero de 1996

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

COMISIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO
ULTRATERRESTRE CON FINES PACÍFICOS

INVESTIGACIONES NACIONALES SOBRE LA CUESTIÓN DE LOS DESECHOS ESPACIALES

SEGURIDAD DE LOS SATÉLITES NUCLEARES

PROBLEMAS DE COLISIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA NUCLEAR CON LOS DESECHOS ESPACIALES

Nota de la Secretaría

Adición

1. El Secretario General dirigió una nota verbal, de fecha 4 de agosto de 1995, a todos los Estados Miembros invitándoles a facilitar la información solicitada sobre las investigaciones nacionales en materia de desechos espaciales, seguridad de los satélites nucleares y problemas de colisión de las fuentes de energía nuclear con los desechos espaciales.
2. En el presente documento figura la información facilitada en las respuestas recibidas de los Estados Miembros entre el 1º de noviembre de 1995 y el 31 de enero de 1996.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
RESPUESTAS RECIBIDAS DE LOS ESTADOS MIEMBROS	2
Alemania	2

RESPUESTAS RECIBIDAS DE LOS ESTADOS MIEMBROS

Alemania*

[Original: Inglés]

En vista de la importancia del problema de los desechos espaciales para todas las naciones activas en el espacio, fue una gran satisfacción para Alemania que el tema de los "Desechos Espaciales" fuese elevado a la categoría de prioritario en el programa de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. A fin de centrar el examen de este tema, Alemania participó constructivamente en la elaboración del plan de trabajo (1996 a 1998) aprobado en el 32º período de sesiones de dicha Subcomisión.

Para Alemania es muy importante contribuir apreciablemente a las deliberaciones sobre este tema así como al mencionado plan de trabajo. Con tal propósito, Alemania presenta periódicamente a la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos informes sobre las investigaciones nacionales acerca de los desechos espaciales. El último informe se ha distribuido como documento de las Naciones Unidas con la signatura A/AC.105/593/Add.1, el 24 de enero de 1995. Contiene una descripción de las actividades de investigación sobre los desechos espaciales así como una exposición de la estrategia de la Agencia Espacial Alemana (DARA) en lo tocante a esos desechos.

Las actividades de investigación alemanas se realizan sobre una base nacional o se financian con arreglo a contratos firmados con el Centro Europeo de Investigaciones y Tecnología Espaciales (ESTEC) y con el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) de la Agencia Espacial Europea (ESA). Las actividades de investigación se concentran especialmente en a) el Instituto de Tecnología de Vuelos Espaciales y Reactores Nucleares de la Universidad Tecnológica de Braunschweig (IfRR/TUBS) y b) el Instituto de Investigación en Ciencias Aplicadas de Wachtberg-Werthhoven (FGAN).

Estas dos instituciones han continuado su labor, con los resultados principales siguientes:

- El IfRR/TUBS ha proseguido sus actividades de elaboración y validación de modelos. Han finalizado los trabajos sobre el Modelo de Desechos Espaciales ESA MASTER (Modelo de Referencia Terrestre de Meteoroides y Desechos Espaciales)¹. Se ha entregado al ESOC una serie de CD ROM que contiene los datos de los modelos y los programas informáticos aplicables, para que los revise y compruebe. La distribución pública de ESA MASTER se prevé para principios de 1996.
- Los estudios relativos a los desechos espaciales que se llevan a cabo en el FGAN tienen por objeto fundamental investigar y elaborar técnicas de radar y métodos de análisis que permitan detectar, clasificar e identificar los objetos espaciales situados en órbitas terrestres bajas, órbitas geoestacionarias y órbitas de transferencia geoestacionarias.^{2,3,4} Utilizando la función

"seguimiento" del Radar de Seguimiento y Elaboración de Imágenes (TIRA) se obtienen datos relativos a

* Respuesta transcrita sin haber sido revisada a fondo por los servicios de edición.

¹ Informe final del ESOC-Contrato 10453/93/D/CS, ESA/ESOC(MAS), 1994.

² Magura, K. y Mehrholz, D.: "Measurement and analysis techniques for satellite observations used at FGAN-FHP". Informe técnico No. 8-93, FGAN-FHP, Wachtberg-Werthhoven, diciembre de 1993.

³ Leushacke, L., Mehrholz, D., Perkuhn, D., Peters, H.G.: "Radar detection of mid-size space debris". Informe final No. 6-94, Contrato ESA/ESOC No. 10182/92/D/IM, FGAN-FHP, Wachtberg-Werthhoven, noviembre de 1994.

⁴ Leushacke, L. y Mehrholz, D.: "Determination of physical characteristics of space debris". Informe final No. 6-95, Contrato DARA No. 50 ST 9003, FGAN-FHP, Wachtberg-Werthhoven, julio de 1995.

determinados objetos espaciales. A partir de estos datos se deducen las características físicas tales como tamaño, forma, dimensiones, movimiento intrínseco, masa, órbita y duración en órbita. Las observaciones por radar de volúmenes espaciales definidos utilizando la función "*beam-park*" proporcionan datos sobre la densidad de la población de objetos. Para validar este modelo, cabe comparar estas informaciones con los resultados basados en modelos de entornos con desechos espaciales. Las actividades correspondientes son financiadas principalmente por la DARA y el ESOC.

En las secciones A y B siguientes se presenta un informe detallado sobre las actividades de estas dos instituciones.

I. Elaboración de modelos matemáticos y prevención de los desechos espaciales (IfRR/TUBS)

A. Modelos matemáticos de los desechos espaciales

En el IfRR han terminado los trabajos relativos al modelo de desechos espaciales ESA MASTER. Se ha entregado al ESOC una serie de CD ROM que contiene los datos del modelo y los programas informáticos aplicables, para que los revise y compruebe. La distribución pública de ESA MASTER se prevé para principios de 1996.

B. Aumento en el futuro de los desechos en órbita y cómo evitar que se generen más⁵

La función de los modelos de desechos espaciales ha variado y se ha ampliado apreciablemente en los últimos años. Comenzó como instrumento para describir el estado actual de los desechos en órbita, pero adquiere cada vez más importancia para el análisis de los escenarios futuros y en relación con las medidas de mitigación de los desechos. Conviene señalar aquí que en el análisis de los escenarios futuros influyen ciertas consideraciones ajenas a la descripción puramente matemática del problema, por ejemplo:

- la tasa real futura de lanzamientos
- la fiabilidad de los modelos de rotura por colisión
- las desviaciones estadísticas especialmente en lo que respecta a las probabilidades de colisión inicialmente bajas

Por consiguiente, los resultados absolutos del modelo para un escenario determinado adolecen siempre de incertidumbres, aunque es posible utilizar el análisis de los escenarios futuros, por ejemplo, para comparar la eficacia de unas medidas de mitigación de los desechos frente a otras y para evaluar ciertas tendencias.

En el IfRR/TUBS ha concluido un estudio financiado por la DARA, en el que se han analizado diversos escenarios futuros en las condiciones mencionadas, considerándose los objetos mayores de 1 cm de diámetro hasta una altura de órbita de 2000 km. Para tal fin se utiliza un modelo estadístico especial aplicable a largo plazo.

Para mejorar los modelos de este tipo utilizados hasta ahora se ha introducido una serie de modificaciones. En primer lugar, toda la población inicial mayor de 1 cm se ha eliminado del modelo ESA MASTER (Época = 1995,0), que es un instrumento moderno de análisis en valores absolutos. Así se reduce el número de objetos iniciales mayores de 1 cm en comparación con la población antes utilizada. Esto se debe a una simulación más realista en MASTER de las roturas realmente ocurridas. Pero no sólo se ha reducido el número inicial de objetos. También se supone que la masa total en órbita es menor, lo que se debe a las hipótesis algo más realistas y prudentes acerca de la masa de los satélites agotados y los cuerpos de cohete. Estos son objetos catalogados que no se someten a simulación de ninguna clase, sino que se han tomado de fuentes deterministas. La población nueva inicial tiende más

⁵ Bendisch, I. y Rex, D. "The long-term evolution of orbital debris - new findings concerning collisional cascading", 46º Congreso de la FAI, Oslo (Noruega), octubre de 1995 (comunicación No. IAA-95-IAA.6.4.08).

a infravalorar los efectos de las colisiones interactivas que a sugerir una amenaza no realista, de forma que el escenario producido para el futuro es prudencial.

Se ha analizado una serie de escenarios de mitigación de los desechos, concretamente son los siguientes:

- | | |
|--------------------------------|--|
| Continuación como hasta ahora: | <ul style="list-style-type: none">· tasa actual de lanzamientos y de roturas en órbita· ninguna medida general de mitigación de los desechos |
| Escenario A: | <ul style="list-style-type: none">· prevención de explosiones* a partir de 2005· Reducción de la duración en órbita de los vehículos espaciales agotados tras su misión activa, como se indica seguidamente: 30% a partir del año 2000, 75% a partir de 2005, 100% a partir de 2010 |
| Escenario B: | <ul style="list-style-type: none">· prevención de explosiones* a partir del año 2000· reducción de la duración en órbita de los vehículos espaciales agotados, como se indica seguidamente: 100% a partir del año 2000 |
| Escenario C: | <ul style="list-style-type: none">· prevención de explosiones* a partir de 2010· reducción de la duración en órbita de los vehículos espaciales agotados, como se indica seguidamente: 30% a partir de 2005, 50% a partir de 2015, 100% a partir de 2020 |
| Escenario D: | <ul style="list-style-type: none">· prevención completa de explosiones a partir de 1995 |

* Se supone una explosión por año dado el número de cuerpos de cohete aún en órbita

Fig. 1. Eficacia de la mitigación de los desechos

Para la simulación mostrada en la fig. 1 se ha supuesto que se permitían duraciones en órbita postoperacionales de 25 años. Como se desprende de la fig. 1, la mitigación de los desechos conforme a los escenarios realistas A a C puede reducir la población a menos del 50% en comparación con el caso "continuación como hasta ahora". En cambio ello representaría una multiplicación por cuatro de la población actual, en los próximos 100 años.

La fig. 2 presenta la distribución de la población para 100 años de "continuación como hasta ahora". Como puede apreciarse, las explosiones contribuyen considerablemente al crecimiento de la población. Pero los fragmentos producidos por las colisiones de fondo, es decir las colisiones dentro de la población básica incluidos los fragmentos de explosión, adquieren importancia con el tiempo. Al cabo de 70 años, aproximadamente, son el elemento predominante en la población. Según este modelo prudencial, las colisiones de realimentación, es decir aquellas en que uno o los dos objetos son fragmentos generados por colisiones anteriores, no tendrán importancia práctica en los próximos 100 años.

Fig. 2. Distribución de la población para 100 años de "Continuación como hasta ahora"

Cabe señalar que aplicando la prevención de explosiones en el espacio es posible evitar un crecimiento significativo de la población mayor de 1 cm con el tiempo. La fig. 1 muestra los resultados si se supone una prevención completa de las explosiones (curva 5, escenario D) justamente desde el principio (1995). Los fragmentos adicionales generados por explosión desaparecen, pero esta medida no afecta a la tasa de colisiones. Hay tantos fragmentos generados por colisión como muestra la fig. 2 para el escenario que incluye las explosiones. Ello se debe a que, en el futuro, los objetos de mayor tamaño serán los que causen la generación de la mayoría de los fragmentos de colisión. Ahora bien, los fragmentos de explosión son en su mayor parte pequeños (menores de 10 cm). En el IfRR, se han obtenido las siguientes conclusiones con la aplicación más reciente de los modelos para el futuro:

- Se ha podido demostrar que, en los próximos 100 años, los fragmentos causados por colisión predominarán en la población mayor de 1 cm. Las colisiones en cascada no aparecerán en un período de 100 años, pues la mayoría de las colisiones destructivas ocurrirán entre los componentes de la población de fondo y no entre fragmentos resultantes de colisiones.
- La población actual supuesta es menos sensible en lo que respecta a la colisión interactiva que lo afirmado en el análisis anterior. De todos modos, se ha probado la necesidad de la mitigación de los desechos. Sólo una gestión perfeccionada de los desechos permitirá proseguir las actividades espaciales en el futuro sin riesgos inaceptables de colisión, especialmente en el régimen de alturas de 800 km a 1.100 km.
- Aparte de la prevención de las explosiones, la reducción a unos 25 años de la duración en órbita de los satélites agotados y los cuerpos de cohete es una medida necesaria y apropiada de mitigación de los desechos. Puede conseguirse bajando el perigeo de las órbitas por propulsión o desplazando de la órbita por propulsión.

- En los próximos 100 años la población mayor de 1 cm se multiplicará por 3 o por 4, incluso aunque las medidas de mitigación mencionadas se apliquen consecuentemente.

B. Detección y medición por radar de desechos espaciales en órbita (FGAN)

El Radar de Seguimiento y Elaboración de Imágenes (TIRA) se utiliza principalmente para investigar métodos y técnicas de clasificación e identificación de aeronaves y satélites. Hasta cierto punto, se utiliza además para obtener datos sobre los desechos en órbita por radar. Con tal fin se han ideado dos funciones principales: una función de rastreo, que sirve para medir determinados objetos en órbita terrestre baja, órbita geoestacionaria y órbita de transferencia geoestacionaria, y una función "*beam-park*", que sirve para obtener datos sobre la población de objetos existente en volúmenes espaciales definidos.

El TIRA consiste en un radar rastreador de banda estrecha y en un radar elaborador de imágenes de alta resolución. Ambos se apoyan en una antena parabólica de 34 m. Se han elaborado métodos y algoritmos para analizar las firmas de radar de banda estrecha, obtener por computadora imágenes a partir de los datos del radar de alta resolución y estimar las características físicas de los objetos espaciales, como su tamaño, forma, dimensiones, movimiento intrínseco, masa, órbita y duración en órbita. Es menester seguir perfeccionando y refinando estos métodos para aplicarlos a los desechos espaciales de tamaño medio (1 a 50 cm).

1. Detección por radar de los desechos espaciales de tamaño medio

El objetivo principal de un estudio de la ESA (Contrato ESA/ESOC, 2/93-12/94) fue investigar qué modificaciones rentables cabía hacer al radar rastreador de banda-L del sistema TIRA para detectar y rastrear desechos espaciales mayores de 1 cm en órbita terrestre baja, a fin de mejorar y verificar los modelos de entornos de desechos espaciales.

Se analizaron varios métodos de búsqueda de pequeños objetivos a grandes distancias en volúmenes espaciales definidos. En base a los resultados, se definieron conceptos para la modificación del equipo así como los requisitos necesarios para mejorar la observación por radar y las técnicas de procesamiento de datos.

La viabilidad de los conceptos sugeridos se ensayó operando el sistema TIRA según la función "*beam park*" durante 24 horas, el 13/14 de diciembre de 1994³. En esta campaña de mediciones participaron las siguientes estaciones:

De radar: FGAN, Wachtberg-Werthoven, Alemania
Fylingdales Radar, Reino Unido,

Ópticas: RGO, Herstmonceux, Reino Unido
AIUB, Zimmerwald, Suiza.

El objetivo de la campaña era detectar en un volumen concreto, a cerca de 800 km de altura, todos los objetos de un tamaño mínimo y comparar las detecciones con las pronosticadas por un modelo de desechos espaciales. A esa altura el tamaño mínimo de los objetos detectables con el sistema FGAN TIRA fue de unos 3 cm. Un análisis preliminar ha indicado un número de detecciones apreciablemente mayor que el resultante de las predicciones del modelo ESA MASTER (en el caso del radar Haystack (Estados Unidos de América) las predicciones basadas en dicho modelo son ligeramente inferiores al número de detecciones). El análisis de datos, que suman varios centenares de gigaoctetos, continúa en el FGAN.

2. Determinación de las características físicas de los desechos espaciales

El objetivo de una investigación realizada conjuntamente por la NASA y el FGAN (Contrato DARA, 1/90-6/95) fue caracterizar y comparar la forma, tamaño, movimiento intrínseco, masa y duración en órbita de los

desechos causados por diferentes tipos de roturas de satélites, por ejemplo por colisiones y por explosiones.

El sistema FGAN TIRA se utilizó para medir cierto número de 30 objetos consistentes en desechos (de tamaño mayor de 50 cm) seleccionados por la NASA, seis pequeñas esferas metálicas del experimento de la NASA ODERACS-I (esferas para la calibración de desechos en órbita, de 5 cm, 10 cm y 15 cm de diámetro), así como tres pequeñas esferas metálicas (de 5 cm, 10 cm y 15 cm de diámetro) y dipolos (2 cables de 13,1 cm de longitud y 0,1 cm de diámetro) del experimento ODERACS-II.

En total se realizaron mediciones y análisis frecuentes de 44 objetos (incluidos satélites de calibración de radares), que dieron por resultado estimaciones del tamaño, forma, movimiento intrínseco, masa, órbita y duración en órbita. Los resultados son útiles para la elaboración de modelos de los efectos de la resistencia aerodinámica de la atmósfera superior, la validación de los fenómenos de fragmentación, la concepción de métodos de detección y advertencia con base en el espacio, así como el examen de técnicas activas de eliminación.

3. Técnicas de radar avanzadas para la observación de desechos espaciales

Un estudio de la ESA (contrato ESA/ESOC, 2/95-3/98) tiene por objetivo mejorar el rendimiento del actual sistema FGAN TIRA para la detección y rastreo de desechos espaciales de tamaño medio en órbita terrestre baja (tamaño de 1 a 50 cm) a fin de validar y perfeccionar los modelos existentes de entornos de desechos.

En el marco de este estudio se realizarán todas las mejoras necesarias del equipo y se desarrollarán las técnicas especiales de observación así como los algoritmos de procesamiento de señales y datos que se precisen. Se tiene la esperanza de detectar desechos espaciales de 2 cm a una distancia de 1.000 km. Se han iniciado actividades para investigar la forma de mejorar más éstos resultados de detección con experimentos basados en radar biestático.

Se efectuarán mediciones por radar de las etapas superiores de ARIANE en órbita de transferencia geoestacionaria para conocer mejor la generación de desechos espaciales a causa de la fragmentación en esas órbitas. La estimación del coeficiente de masa y balístico podría facilitar una respuesta a la pregunta de cuáles son las razones de los procesos de formación de desechos.

Se han realizado mediciones por radar de desechos de 1 m de tamaño y mayores en órbita geoestacionaria con el sistema FGAN TIRA, a fin de investigar el tamaño y el movimiento intrínseco de estos objetos así como la exactitud con la que puede calcularse su órbita. Estas actividades se han ejecutado en cooperación con el Instituto Astronómico de la Universidad de Berna (Suiza).

4. Predicciones sobre reentrada en la atmósfera de objetos espaciales de elevado riesgo

El objetivo de esta actividad es facilitar al Ministerio Federal del Interior, en caso de reentrada en la atmósfera de objetos espaciales de alto riesgo, predicciones fidedignas de las probabilidades de reentrada (momento y trazo en el suelo), estimaciones del comportamiento del objeto y evaluaciones de riesgos. En aplicación de diversos acuerdos de cooperación, el FGAN facilita a ESA/ESOC datos de radar rastreador de objetos espaciales de alto riesgo como ayuda para las predicciones europeas de reentrada en la atmósfera.

C. Otras actividades de investigación

Aunque se ha llegado a una decisión sobre la contribución europea a la estación espacial internacional, aún no se han reanudado en Alemania las actividades en materia de análisis de blindajes e impactos de los elementos para la construcción de dicha estación.

Aparte de algunas investigaciones financiadas por la industria, relativas a medidas de protección de vehículos presurizados contra los impactos de desechos y a la efectividad del blindaje de materiales mixtos, son pocos los

estudios financiados por ESA/ESTEC que están en curso: el Instituto Ernst-Mach (EMI) investiga los fenómenos de impacto a hipervelocidad en materiales mixtos de matriz cerámica, así como los aislamientos térmicos flexibles. Además está todavía en ejecución el estudio del EMI, mencionado el año anterior, relativo a la investigación de las condiciones de rotura catastrófica de vehículos presurizados, a consecuencia de impactos de desechos. También está aún en curso, en el Instituto de Investigación Battelle, el estudio de la ESA titulado "Cargas explosivas huecas para pruebas de impactos a hipervelocidad".

Precisamente a fines de 1995 se han efectuado, con la instalación de cargas explosivas huecas de TDW (Gesellschaft für verteidigungstechnische Wirksysteme mbH) tiros para pruebas de impacto a hipervelocidad, financiados por la DARA, a fin de investigar su adecuación para la simulación de los impactos de desechos y los fenómenos a velocidades superiores a 15 km/s. Aún no ha terminado la evaluación de estos ensayos.