



Asamblea General

Distr. GENERAL

A/AC.105/593/Add.2*
6 de febrero de 1995

ESPAÑOL
Original: RUSO

**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 LA COLISIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA NUCLEAR
CON LOS DESECHOS ESPACIALES**

Nota de la Secretaría

Adición

1. El Secretario General envió una nota verbal de fecha 13 de julio de 1994 a los Estados Miembros en la que los invitó a comunicar información sobre las investigaciones nacionales sobre la cuestión de los desechos espaciales, la seguridad de los satélites nucleares y los problemas de las colisiones de las fuentes de energía nuclear con los desechos espaciales.
2. El presente documento contiene la información contenida en las respuestas de los Estados Miembros recibidas entre el 13 de enero y el 2 de febrero de 1995.

ÍNDICE

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| RESPUESTAS RECIBIDAS DE LOS ESTADOS MIEMBROS | 2 |
| Federación de Rusia | 2 |

* El presente documento es traducción de un texto que no ha sido revisado a fondo por los servicios de edición.

RESPUESTAS RECIBIDAS DE LOS ESTADOS MIEMBROS

FEDERACIÓN DE RUSIA

[Original: Ruso]

A. Informe sobre el grado de aplicación de los Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre

La situación actual con respecto al problema de la seguridad de las fuentes de energía nuclear a bordo de vehículos espaciales se caracteriza por lo siguiente:

1. La experiencia relacionada con el desarrollo y la introducción de sistemas para garantizar la seguridad de los reactores como fuentes de energía nuclear a bordo de vehículos espaciales en órbita baja, en particular de sistemas que incorporen la dispersión aerodinámica y explosiva como apoyo al sistema básico de transferencia de la fuente de energía a una órbita de eliminación de larga vida orbital;

2. La experiencia relacionada con el desarrollo y la introducción de características de diseño especiales (protección térmica, aislamiento térmico, mecanismos de resistencia a los impactos) para las fuentes de energía nuclear isotópicas que garanticen la seguridad de todos los vehículos espaciales tanto en condiciones operacionales normales como en caso de accidente;

3. La adopción de principios internacionales sobre la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio que reflejen la experiencia adquirida en la solución de los problemas relacionados con la seguridad de fuentes de energía nuclear como los reactores y los generadores isotópicos y que contengan un conjunto de requisitos técnicos y de disposiciones en materia de responsabilidad jurídica;

4. Una comprensión de los problemas relacionados con el logro de la seguridad de las fuentes de energía nuclear, teniendo en cuenta las consecuencias de posibles colisiones con desechos espaciales cuando las fuentes de energía nuclear estén en órbitas de eliminación de larga vida orbital después de su transferencia, en el caso de vehículos espaciales en órbita baja, o una vez cumplido el ciclo operacional de la nave, en el caso de vehículos espaciales en órbita alta;

5. La disponibilidad de proyectos iniciales para la creación de posibles sistemas que garanticen la seguridad nuclear y radiológica de las fuentes de energía nuclear, en particular los reactores, en caso de accidente;

6. Los cambios estructurales en los organismos nacionales competentes de países con poder decisorio respecto del lanzamiento de naves espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo y respecto de la formulación de textos destinados a reglamentar la seguridad de las fuentes de energía nuclear en el espacio;

7. El inicio de la cooperación internacional y la diversificación de las entidades que se ocupan del diseño de fuentes de energía nuclear, especialmente las de carácter comercial y, como consecuencia de ello, la posible insuficiencia de la documentación técnica disponible para garantizar la seguridad de las fuentes de energía nuclear durante su funcionamiento y en caso de accidente.

En la Federación de Rusia, los problemas surgidos en relación con la seguridad de las fuentes de energía nuclear en el espacio han conducido a la creación de diseños que, a la vez que satisfacen los requisitos de seguridad, son aceptables en términos de sus características estructurales y tecnológicas, los cuales han sido realizados por empresas internacionalmente reconocidas que colaboran en proyectos conjuntos para el desarrollo de fuentes de energía nuclear.

En el futuro, los proyectos de desarrollo de fuentes de energía nuclear espaciales incluirán probablemente una mayor variedad de fuentes de energía nuclear, así como una apreciación cuidadosa a la hora de determinar las tendencias más apropiadas para resolver los problemas de seguridad.

Los Principios pertinentes a la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre se formularon en el curso de varios períodos de sesiones de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y de dos de sus Subcomisiones, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos y la Subcomisión de Asuntos Jurídicos, celebrados entre 1979 y 1992.

En su período de sesiones de 1992, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos aprobó por consenso el conjunto de Principios y lo presentó a la Asamblea General de las Naciones Unidas para su aprobación.

En su resolución 47/68 de 14 de diciembre de 1992, la Asamblea General aprobó los Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.

De los 11 Principios contenidos en ese documento, son de carácter plenamente técnico los siguientes:

Principio 3. Directrices y criterios para la utilización en condiciones de seguridad;

Principio 4. Evaluaciones de seguridad;

Principio 5. Notificación del reingreso;

y en menor medida:

El Preámbulo;

Principio 2. Uso de expresiones;

Principio 6. Consultas;

Principio 7. Asistencia a los Estados.

Del conjunto de principios aprobados, el Preámbulo y los Principios 2, 3, 4, 5, 6 y 7 reflejan los aspectos técnicos de la seguridad que guardan relación con el problema de la seguridad de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.

El Preámbulo refleja la pertinencia tónica de la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, la no aplicabilidad de los principios a los motores de cohetes nucleares y a las fuentes de energía nuclear destinadas a la generación de energía eléctrica para la propulsión de cohetes, y la aplicabilidad de los principios a las fuentes de energía nuclear comparables a las que se utilizan en la actualidad.

El Principio 3 - Directrices y criterios para la utilización en condiciones de seguridad - es el principal e incorpora las metas generales de protección radiológica y seguridad nuclear, así como los requisitos que han de cumplir los reactores nucleares y los generadores isotópicos.

Así pues, los Principios aprobados establecen los requisitos de seguridad aplicables a las fuentes de energía nuclear utilizadas a bordo de vehículos espaciales, así como el volumen de información que ha de publicarse antes del lanzamiento y, en particular, en situaciones de emergencia a bordo de naves espaciales que contengan fuentes de energía nuclear.

La cuestión de garantizar la seguridad en la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre está vinculada con la de limitar el impacto radiológico en la población y en el medio ambiente (sección 1 del Principio 3) en todas las etapas de su funcionamiento normal, a saber, durante los preparativos en tierra, en el momento del lanzamiento - dado que forman parte del cohete y de la nave espacial -, al inyectar la nave espacial en la órbita operacional prevista, al agotarse su vida útil como parte de la nave espacial en órbita, al terminarse la existencia activa de la nave espacial en órbita y de las fuentes de energía nuclear, así como en situaciones de emergencia potenciales o previsibles.

Esta cuestión de la seguridad en la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre se ha planteado a nivel internacional y se ha interpretado en términos de las dosis de radiación establecidas en las recomendaciones más recientes de la CIPR, las cuales se han tenido en cuenta en nuestro país al diseñar y lanzar fuentes de energía nuclear y se reflejan en los documentos normativos nacionales.

Los requisitos relacionados con los medios de garantizar la seguridad de las fuentes de energía nuclear utilizadas en el espacio ultraterrestre se rigen por las disposiciones del Principio 3 y se refieren a las naves espaciales en órbita tanto alta como baja con fuentes de energía nuclear a bordo, en particular reactores o generadores isotópicos (secciones 2 y 3 del Principio 3).

Los principales requisitos aplicables a cualquier fuente de energía nuclear de tipo reactor son los siguientes:

1. Utilizar uranio 235 altamente enriquecido (superior a un 90%) a fin de evitar la acumulación de plutonio 239 (sección 2 c) del Principio 3).
2. Hacer que el reactor alcance la etapa crítica después de haber llegado a la órbita operacional prevista (sección 2 d) del Principio 3), permitiendo al mismo tiempo la puesta en marcha física del reactor antes del lanzamiento de la nave espacial a fin de verificar los sistemas de control del reactor (última oración de la sección 3 del Principio 2), que se logra en la práctica limitando la salida de energía, por ejemplo, a un nivel de 20 W/h.
3. Garantizar que el reactor no pueda alcanzar la etapa crítica en caso de caída como consecuencia de un accidente del cohete o la nave espacial en la zona en que se realiza su inyección a la órbita operacional prevista (sección 2 e) del Principio 3).

La determinación del período de existencia pasiva y de la altura de la órbita de eliminación en función del coeficiente balístico a la hora de eliminar las fuentes de energía nuclear a bordo de naves espaciales en órbita baja, así como de la órbita operacional para las naves espaciales en órbita alta, se basa en el decaimiento de la actividad generada por el reactor al nivel admisible, teniendo en cuenta las eventuales consecuencias radiológicas de una colisión de la nave espacial con desechos espaciales (sección 2 b) del Principio 3). Como nivel admisible, puede entenderse la actividad alfa de uranio 234, uranio 235 y uranio 238 en el reactor y la actividad beta de una pequeña cantidad de productos de fisión de los isótopos de uranio.

En el caso de naves espaciales en órbita baja con fuentes de energía nuclear a bordo, es obligatorio utilizar un sistema de eliminación de fuentes de energía nuclear (sección 2 a), subsección iii), del Principio 3) altamente fiable (sección 2 f) del Principio 3). Si la eliminación de fuentes de energía nuclear que contengan un reactor no se realiza con éxito, es legítimo recurrir a sistemas de dispersión de reactores que también son de gran fiabilidad (sección 2 f) del Principio 3) y garantizan que el nivel de contaminación en la zona expuesta a la radiación no rebase las dosis de exposición admisibles (sección 1 c), segundo párrafo, del Principio 3).

Las fuentes de energía nuclear isotópicas también pueden utilizarse para misiones interplanetarias en órbitas terrestres (sección 3 a) del Principio 3). Las fuentes de energía nuclear isotópicas deberían contar con sistemas de protección térmica y aislamiento térmico que garanticen la integridad de las cápsulas que contienen

el isótopo al descender a través de la atmósfera después del reingreso en las velocidades cósmicas primera y segunda (sección 3 b) del Principio 3). Al producirse el impacto en tierra debe garantizarse en forma suficientemente fiable que no se disperse ninguna parte del isótopo en la atmósfera y que se lleven a cabo las medidas necesarias para hallar las fuentes de energía nuclear, recuperarlas y despejar las consecuencias de la operación (sección 3 b) del Principio 3).

De hecho, estos requisitos coinciden completamente con los estipulados en las reglamentaciones nacionales, por los que se rigen el diseño y el funcionamiento de las fuentes de energía nuclear isotópicas y de las fuentes que contienen reactores de neutrones rápidos y térmicos en el espacio ultraterrestre, y conforme a los cuales se diseñarán las futuras fuentes de energía nuclear.

Un análisis probabilístico de los riesgos radiológicos potencialmente graves (cuarto párrafo del Preámbulo del conjunto de Principios) aplicado a una determinada planta de energía y basado en los objetivos y el programa de vuelo de una nave espacial, que incluya diferentes formas de garantizar la seguridad de las fuentes de energía nuclear, permite confirmar y justificar el grado mínimo de riesgo que supone el lanzamiento de fuentes de energía nuclear. Este tipo de análisis probabilístico también permitirá a los órganos centrales de las Naciones Unidas preparar y publicar un informe definitivo sobre la seguridad de las fuentes de energía nuclear, de conformidad con el Principio 4.

Las evaluaciones de la seguridad de las fuentes de energía nuclear que se publiquen deberían contener información sobre el lanzamiento de naves espaciales equipadas con tales fuentes, una descripción de éstas y la confirmación de que se han aplicado las disposiciones de los Principios pertinentes a la utilización de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre aprobados, principalmente en lo que respecta a los requisitos estipulados en el Principio 3.

En las evaluaciones de seguridad no se deberían divulgar datos sobre la seguridad de los países ni información relativa a bienes.

Las evaluaciones de seguridad deberían abarcar lo siguiente:

- Información sobre el lanzamiento de naves espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo;
- Una descripción de las fuentes de energía;
- La correspondencia entre las disposiciones de los Principios y los requisitos estipulados en los documentos normativos nacionales aprobados, en relación con el diseño y la construcción de las fuentes de energía nuclear;
- Datos sobre las características de diseño y de los sistemas de seguridad destinados a garantizar la seguridad de las fuentes de energía nuclear durante su funcionamiento normal y en situaciones de emergencia en todas las etapas operacionales;
- Un análisis de posibles situaciones de emergencia y parámetros que describan cómo repercuten en las fuentes de energía las condiciones imperantes en casos de emergencia;
- Grado de desarrollo de las características de diseño de las fuentes de energía nuclear en que se ha hecho hincapié, así como de sistemas destinados a garantizar la seguridad de éstas en condiciones de emergencia;
- Datos sobre las condiciones de radiación y las posibles dosis de exposición durante el funcionamiento normal de las naves espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo, así como en situaciones de emergencia;

- Justificación teórica y experimental de la eficacia de los sistemas de seguridad y de las características de diseño en condiciones de emergencia;
- Confirmación de la fiabilidad de los sistemas de seguridad y de las características de diseño de las fuentes de energía nuclear mediante ensayos efectuados con modelos de fuentes de energía nuclear;
- Riesgo de contaminación radiológica y química del medio ambiente en caso de accidente, teniendo en cuenta la probabilidad de que surjan situaciones de emergencia, así como la probabilidad de que se cumplan los parámetros de impacto en caso de accidente y la fiabilidad de los sistemas de seguridad y de los elementos de diseño relacionados con la seguridad de las fuentes de energía nuclear;
- Un conjunto de medidas técnicas y de organización para despejar las consecuencias de accidentes, incluida la predicción de la zona en que ha de caer la nave espacial, la búsqueda, el descubrimiento y la recuperación de la fuente de energía nuclear y de sus partes del lugar de la caída y las operaciones de descontaminación necesarias, cuando proceda.

Al describir las fuentes de energía nuclear es conveniente proporcionar el mayor número de detalles sobre su potencia, vida útil, diseño y contenido material radiactivo y tóxico, dado que ello evitará posibles afirmaciones incompetentes a ese respecto y permitirá realizar evaluaciones objetivas a cargo de expertos independientes.

Como resultado de su participación en los períodos de sesiones de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos y de la Subcomisión de Asuntos Jurídicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, en el marco de las deliberaciones sobre los principios que rigen la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, entre 1992 y 1994 el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) elaboró un documento especial sobre la planificación y preparación para emergencias relacionadas con el reingreso de satélites alimentados con energía nuclear, que contiene información y recomendaciones. El documento del OIEA y las medidas que pueda adoptar el Organismo en la eventualidad de un accidente de una nave espacial con una fuente de energía nuclear a bordo, en coordinación con el Estado de lanzamiento y los países que dispongan de conocimientos tecnológicos pertinentes, pueden contribuir a generar información concreta sobre el accidente y a organizar una acción coordinada conjunta para hacer un pronóstico de la posible evolución de la situación, así como para dar alerta y despejar las consecuencias.

B. Colisiones de fuentes de energía nuclear con desechos espaciales

Teniendo en cuenta la opinión de la Subcomisión acerca de la necesidad de realizar investigaciones detalladas sobre el problema de las colisiones de las fuentes de energía nuclear con desechos espaciales, así como de la publicación de los resultados de dichas investigaciones, la Federación de Rusia continúa presentando anualmente un documento de trabajo en el que figuran los resultados de las proyecciones realizadas con respecto a ese problema en el contexto del programa global de investigación sobre la seguridad de las fuentes de energía nuclear en el espacio.

Ese documento de trabajo contiene los resultados de las proyecciones efectuadas en 1994 con ayuda de programas informáticos para la modelización bidimensional del proceso de destrucción resultante de la colisión con desechos espaciales de las fuentes de energía nuclear con reactor lanzadas al espacio entre 1970 y 1988 y ubicadas en órbitas de 700 a 1.000 km.

Se examinan las colisiones con desechos espaciales de una fuente de energía nuclear con reactor con una masa de 1.250 kg, un diámetro de 1,3 m y una longitud de 5,7 m, incluido el reactor, el blindaje contra la radiación, el circuito enfriador-radiador a base de metal líquido, el generador termoeléctrico y el sistema de eliminación, así como otros dispositivos. El análisis se refiere a colisiones con desechos espaciales cuyas dimensiones y masa, al producirse la colisión con una fuente de energía nuclear de tipo reactor, sean capaces

de originar un impulso retardador que produzca un cambio sustancial de los parámetros de trayectoria de vuelo de la fuente de energía nuclear y su salida prematura de la órbita inicial en la que se desplazaba antes de la colisión.

Se suponen velocidades de colisión, ángulos de impacto y dimensiones (masa) de los desechos espaciales que permitan satisfacer una de dos condiciones, a saber:

- Desintegración del 10% de la masa de la fuente de energía nuclear de tipo reactor en pequeños fragmentos;
- Acortamiento del tiempo en órbita de la fuente de energía nuclear como consecuencia del impulso retardador entre 30 y 50 años (duración de la desintegración virtualmente completa de la actividad para la cual se diseñó el reactor).

Según los cálculos efectuados, la velocidad relativa de impacto más probable en las condiciones supuestas era de 11,7 km/seg. El acimut de colisión más probable en el plano horizontal local era de 8° y 84°. El tamaño límite de los desechos espaciales era superior a 3-8,5 cm para los objetos de aluminio y superior a 2-6 cm para los objetos de acero, según el lugar de la fuente de energía nuclear de tipo reactor en que se produjera el impacto.

Los cálculos preliminares de las consecuencias radiactivas de la colisión de fuentes de energía nuclear de tipo reactor con desechos espaciales de las dimensiones indicadas mostraron que la desintegración aerodinámica del combustible (uranio 235) del reactor ocurriría a altitudes de 60 a 40 km y que sería posible una precipitación radioactiva de componentes de acero de la estructura y del reflector de berilio parcialmente desintegrados.

A fin de evaluar la probabilidad de colisión de fuentes de energía nuclear de tipo reactor con desechos espaciales se ha realizado un análisis de la distribución en términos de altura y latitud de los desechos espaciales catalogados y se ha seleccionado una metodología para calcular la distribución de los desechos espaciales no catalogados de 0,5-15 cm. Sobre la base de una proyección teórica del crecimiento de los desechos espaciales en el futuro y asignando dos valores al coeficiente correspondiente a la política tecnológica en el espacio, de 0,1 y 0,4 (el coeficiente correspondiente a la política tecnológica se supone equivalente a 1 para el período 1960-1993), se han estimado probabilidades de colisión con una fuente de energía nuclear de tipo reactor ubicada en una órbita circular de 950 km con un ángulo de inclinación de 65°. La probabilidad de una colisión con desechos espaciales de tamaño superior a 0,5 cm es de aproximadamente una en 75 años, sobre la base de un coeficiente correspondiente a la política tecnológica de 0,1, y de una en 55 años si dicho coeficiente es de 0,4.

La probabilidad específica de colisión en una órbita de 950 km con un ángulo de inclinación de 65° en 1993 era de $3,4 \times 10^{-4}$ m²/año para desechos espaciales de dimensiones superiores a 0,5 cm y de $1,3 \times 10^{-6}$ m²/año para desechos espaciales de dimensiones superiores a 15 cm. Esto nos permite predecir una probabilidad considerablemente menor de colisiones de fuentes de energía nuclear con desechos espaciales de grandes dimensiones (superiores a las de los tamaños límite indicados) y la formación de un impulso retardador suficiente para acortar el período de existencia en el espacio de las fuentes de energía nuclear de tipo reactor lanzadas.

Los análisis de la interacción de los desechos espaciales con las fuentes de energía nuclear en el momento de la colisión (probabilidades, velocidades, ángulos de impacto, desintegración de las fuentes de energía nuclear en la colisión) y de las consecuencias de esta interacción (tiempo de existencia de los fragmentos de las fuentes de energía nuclear después del impacto o de las fuentes de energía nuclear dañadas hasta el momento de su reingreso en la atmósfera, combustión en la atmósfera, precipitación radiactiva de partículas de materiales procedentes de las fuentes de energía nuclear o componentes de fuentes de energía nuclear parcialmente desintegrados) requieren amplios cálculos informatizados y dependen del diseño particular y de los parámetros de trayectoria de vuelo efectivos de las fuentes de energía nuclear.