

Distr. limitada  
30 de noviembre de 2005  
Español  
Original: ruso

---

**Comisión sobre la Utilización del Espacio  
Ultraterrestre con Fines Pacíficos**  
Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos  
43º período de sesiones  
Viena, 20 de febrero a 3 de marzo de 2006  
Tema 9 del programa provisional\*  
**Utilización de fuentes de energía nuclear  
en el espacio ultraterrestre**

**Reunión técnica conjunta de las Naciones Unidas y el Organismo Internacional de Energía Atómica sobre los objetivos, el alcance y los atributos generales de una posible norma técnica de seguridad para las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre (Viena, 20 a 22 de febrero de 2006)**

**Consideraciones de seguridad en el diseño para prevenir accidentes durante el lanzamiento, las operaciones normales y las misiones (en particular, criterios de diseño específicos para garantizar la seguridad y mitigar los riesgos atendiendo a condiciones ambientales previsibles)**

**Documento de trabajo presentado por la Federación de Rusia**

**Nota de la Secretaría**

1. De conformidad con el párrafo 16 de la resolución 60/99 de la Asamblea General, de 8 de diciembre de 2005, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos organizará, junto con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), una reunión técnica conjunta sobre los objetivos, el alcance y los atributos generales de una posible norma técnica de seguridad para la utilización de fuentes

---

\* A/AC.105/C.1/L.283.



de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, que se celebrará del 20 al 22 de febrero de 2006.

2. El documento de trabajo que figura en el siguiente anexo se preparó con vistas a la reunión técnica conjunta según el calendario de trabajo indicativo de dicha reunión convenido por el Grupo de Trabajo sobre la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre durante la reunión entre períodos de sesiones celebrada en Viena del 13 al 15 de junio de 2005 (A/AC.105/L.260).

## Anexo I

### **Documento de trabajo presentado por la Federación de Rusia\***

#### **Consideraciones de seguridad en el diseño para prevenir accidentes durante el lanzamiento, las operaciones normales y las misiones (en particular, criterios de diseño específicos para garantizar la seguridad y mitigar los riesgos atendiendo a condiciones ambientales previsibles)**

#### **I. Emergencias relativas a naves espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo**

1. Las emergencias que se producen durante el lanzamiento o las operaciones de naves espaciales portadoras de fuentes de energía nuclear generada por reactores o por radioisótopos se deben a accidentes provocados por fallas del lanzador o la nave espacial en el momento del despegue vertical, en la fase de vuelo del lanzador o durante la aceleración de la nave espacial para llegar a la órbita operacional o a una trayectoria de vuelo interplanetario.
2. En la etapa de colocación de lanzadores y naves espaciales portadores de fuentes de energía nuclear pueden producirse los siguientes tipos de accidentes durante el despegue vertical y la fase de vuelo del lanzador:
  - a) Caída de un lanzador vacío o cargado con componentes del propulsante de la plataforma de lanzamiento antes del lanzamiento, o despegue vertical y caída del lanzador después del lanzamiento a causa del empuje desigual de los motores propulsores de la primera etapa;
  - b) Falla de la primera etapa del lanzador (apagado espontáneo de los motores) antes de iniciarse la orden de “interrupción” y desactivación de los motores;
  - c) Falla de la primera etapa del lanzador y desactivación de los motores en respuesta a la orden de “interrupción”;
  - d) No expulsión de la parte separable de la primera etapa del lanzador y no arranque de los motores de la segunda etapa, o expulsión de la parte separable de la primera etapa y no arranque de los motores de la segunda etapa;
  - e) Falla de la segunda etapa del lanzador y desactivación de los motores antes o después de la expulsión del cono de morro;
  - f) Fallas similares en las operaciones de la segunda etapa y etapas subsiguientes;
  - g) Explosión del lanzador (presión de la onda de explosión y bombardeo de residuos) en el momento del despegue vertical, en la trayectoria de vuelo o durante la caída a la Tierra tras la desactivación de los motores;

---

\*El texto se presenta en la forma en que se recibió, sin pasar por los servicios de edición.

h) Incendio a bordo del lanzador (temperatura de la llama durante la combustión de los componentes del propulsante, duración de la combustión y variación de la temperatura de la llama con el paso del tiempo);

i) Efecto químico de los componentes del propulsante del lanzador y de la nave espacial.

3. En la etapa de aceleración de una nave espacial portadora de una fuente de energía nuclear, cuando la etapa superior se encuentra en funcionamiento después de su separación del lanzador, pueden producirse fallas debidas al apagado de los motores de la etapa superior o del sistema de propulsión de la nave espacial, o de ambas cosas, en distintos momentos del vuelo, o la falla de los sistemas de navegación y estabilización de la nave espacial.

4. El análisis de las consecuencias de esos accidentes se basa en cálculos e investigaciones analíticas a fin de determinar los parámetros de los efectos de los accidentes en las estructuras de las fuentes de energía nuclear, teniendo en cuenta la destrucción de las estructuras del lanzador y de la nave espacial, los cuales alteran la estructura del objeto que cae durante el descenso balístico del lanzador y la reentrada orbital de la nave espacial portadora de una fuente de energía nuclear en la atmósfera terrestre.

5. En el caso de las fuentes de energía nuclear generada por reactores, esos accidentes hacen que el reactor “frío” no activado (reactor parcialmente destruido o cuya destrucción llega hasta los conjuntos combustible o el núcleo) pase a un estado de subcriticidad predeterminado; también se puede producir la caída de fragmentos y partículas de combustible nuclear como resultado de la destrucción y dispersión aerodinámicas.

6. Durante el funcionamiento normal de las fuentes de energía nuclear generada por reactores a bordo de naves espaciales se producen emergencias debidas a fallas en los sistemas de fuente de energía nuclear (aunque resultan poco probables) acompañadas de la despresurización del circuito de metal líquido del reactor, la pérdida parcial de refrigerante, la fusión (destrucción térmica) del combustible nuclear y las emisiones radiactivas al espacio ultraterrestre.

7. Si una fuente de energía nuclear permanece en el espacio ultraterrestre por un período prolongado en una órbita relativamente alta después de su retirada de servicio, sólo pueden producirse emergencias en caso de colisión de una nave espacial y una fuente de energía nuclear con fragmentos de residuos espaciales, como resultado de la cual puede quedar destruido el reactor (en el caso de las fuentes de energía nuclear generada por reactores) o la ampolla de radionúclidos (en el caso de las fuentes de energía nuclear generada por radioisótopos) y producirse emisiones radiactivas al espacio ultraterrestre o el descenso prematuro de la nave espacial portadora de una fuente de energía nuclear (o de una fuente de energía nuclear autónoma) desde una órbita de gran altura y su entrada en la atmósfera de la Tierra.

## II. Consecuencias de las emergencias relativas a naves espaciales con fuentes de energía nuclear a bordo

8. Las proporciones de los efectos de las emergencias relativas a naves espaciales portadoras de fuentes de energía nuclear están determinadas por los parámetros de los efectos de los accidentes en la estructura de la fuente de energía nuclear en caso de falla del lanzador, la nave espacial o la fuente de energía nuclear.

9. También dependen del tipo de fuente de energía nuclear de que se trate (basada en reactores o en radioisótopos), para los cuales existen dos métodos básicamente diferentes para garantizar la seguridad nuclear y radiológica durante las operaciones normales de la fuente de energía nuclear y en caso de accidente durante una misión:

a) En el caso de las fuentes de energía nuclear generada por radioisótopos: mantenimiento de la integridad y hermeticidad de las ampollas de radionúclidos;

b) En el caso de las fuentes de energía nuclear generada por reactores: mantenimiento de la subcriticidad del reactor “frío” no activado antes de la colocación en órbita operacional de la nave espacial portadora de una fuente de energía nuclear en caso de distintos tipos de deformación o destrucción parcial o aerodinámica de la estructura del reactor, o la dispersión del combustible nuclear o de materiales estructurales.

10. Si un lanzador explota, ni la posterior onda de choque (con una presión, por ejemplo, de 60 a 80 kg/cm<sup>2</sup>) ni los fragmentos estructurales en dispersión afectan directamente al reactor, el cual está protegido por las estructuras de la nave espacial, la fuente de energía nuclear y el blindaje contra radiaciones. La explosión del lanzador dará lugar a la destrucción de la nave espacial, la deformación de la vasija del reactor y la expulsión y caída del reactor a la Tierra a una velocidad de impacto equivalente.

11. El incendio a bordo del lanzador hace que la temperatura de la llama de la combustión de los componentes del propulsante líquido pueda afectar al reactor, el blindaje contra radiaciones y la fuente de energía nuclear, cuya alteración, por ejemplo, de 3.600 K a 400 K en un lapso de 4.000 segundos en el caso del lanzador Proton, provocará la fusión de la vasija del reactor y la destrucción (fusión) de los elementos de paredes finas de acero de la estructura del reactor, el blindaje contra radiaciones y la fuente de energía nuclear. En caso de incendio a bordo del lanzador, pueden fusionarse los elementos de berilio del reflector lateral de un reactor de poca masa con mayor superficie y deshidrogenarse la capa externa de hidruro de litio del blindaje contra radiaciones, formándose una fina capa líquida de litio en la superficie de la estructura del blindaje contra radiaciones. La formación de una nube de partículas (gotas) de berilio y litio, ambos elementos tóxicos, puede dar lugar a la contaminación química del área de impacto del lanzador, siempre que dichas partículas no sean radiactivas. La destrucción del circuito de refrigerante de metal líquido de la fuente de energía nuclear y del sistema de cesio del reactor convertidor de emisiones térmicas provocará la contaminación química con sodio-potasio (litio) y cesio. De producirse la explosión del lanzador y un incendio, no se destruirá el combustible nuclear gracias a los componentes de uranio de alta temperatura utilizados. En cuanto a los reactores térmicos, el reactor también puede pasar a un estado subcrítico a consecuencia de la deshidrogenación de la capa externa del moderador de hidruro de zirconio.

12. De ocurrir fallas durante la fase de vuelo del lanzador que provoquen la desactivación de los motores en respuesta a la orden de “interrupción”, pueden producirse las siguientes situaciones en dependencia de la altitud y velocidad de vuelo del lanzador y del momento de la expulsión del cono de morro:

- a) Aceleración axial de hasta 10 unidades y aceleración lateral de hasta seis unidades con efectos en el lanzador, la nave espacial y la fuente de energía nuclear;
- b) Velocidad de impacto en la Tierra de 60 a 260 metros por segundo;
- c) Destrucción mecánica y aerodinámica de las estructuras del lanzador, la nave espacial y la fuente de energía nuclear y de los elementos externos de la estructura del reactor;
- d) Destrucción aerodinámica de la estructura del reactor rápido hasta algunos conjuntos combustible o elementos combustible o, en el caso de los reactores convertidores térmicos, hasta el núcleo, el cual contiene un moderador de hidruro de zirconio y canales electrogeneradores con combustible nuclear.

13. Las fallas que se produzcan durante la aceleración de una nave espacial portadora de una fuente de energía nuclear para colocarse en la órbita operacional o una trayectoria de vuelo interplanetario provocarán la reentrada orbital de la nave espacial en la atmósfera, la destrucción aerodinámica de la estructura de la nave espacial a altitudes de 70 a 90 kilómetros y la destrucción de la estructura de la fuente de energía nuclear y la estructura externa del reactor “frío” no activado a altitudes de 50 a 60 kilómetros. En el caso de un reactor rápido, cuando éste alcanza una altitud de 35 a 40 kilómetros, se produce la destrucción aerodinámica casi total del reactor debido a la ausencia de un moderador de hidruros de metal y la destrucción de la estructura de los conjuntos combustibles, hasta algunos elementos combustibles (canales electrogeneradores) o algunas partes de los elementos combustibles (canales electrogeneradores) que contienen combustible nuclear fabricado a partir de compuestos de alta temperatura. Se producirá la destrucción hasta el núcleo del reactor convertidor de emisiones térmicas con moderador de hidruro de zirconio, así como la deshidrogenación de la capa externa del moderador.

14. De acuerdo con los reglamentos nacionales y los instrumentos internacionales relativos a la utilización de fuentes de energía nuclear generada por reactores o por radioisótopos en el espacio ultraterrestre, se prevé el siguiente conjunto de medidas de protección ante la confirmación de un incidente relacionado con el regreso accidental de una nave espacial y una fuente de energía nuclear, o la caída de éstas desde una órbita de gran altura:

- a) Vigilancia de los parámetros de la trayectoria de descenso de un objeto portador de un reactor o radionúclidos expulsado de una órbita de gran altura por la colisión con un fragmento de residuos espaciales;
- b) Previsión de la zona de reentrada de dicho objeto en las capas superiores de la atmósfera y las posibles regiones de impacto en la superficie de la Tierra de parte de la estructura del reactor destruido y fragmentos de la fuente de energía nuclear generada por un reactor o por radioisótopos;
- c) Notificación a las autoridades competentes de la posible situación en la región de impacto y adopción de medidas preventivas de seguridad radiológica, en

particular el establecimiento de una zona de acceso restringido alrededor del objeto y los fragmentos caídos una vez localizados;

d) Búsqueda, localización y eliminación del objeto y los fragmentos del lugar de impacto;

e) Vigilancia radiológica de la zona de impacto y, de ser necesario, su descontaminación;

f) Examen y control de los miembros de la población en la zona de impacto del objeto y los fragmentos y evaluación de las posibles dosis individuales de radiación; prestación de la asistencia que pueda necesitar la población.

15. A fin de determinar la posible exposición de miembros de la población a las radiaciones ionizantes debidas a la caída accidental de un objeto portador de un reactor y combustible nuclear o una ampolla de radionúclidos provocada por la falla del equipo de colocación de la nave espacial o la colisión de la nave espacial y la fuente de energía nuclear con fragmentos de residuos espaciales y la posterior destrucción aerodinámica de la estructura del objeto durante su reentrada en la atmósfera terrestre, se aplican los siguientes criterios:

a) La probabilidad de que se produzca una falla en el equipo de colocación y la probabilidad de que ocurra una colisión con fragmentos de residuos espaciales relativamente grandes;

b) La probabilidad de que el objeto caiga en una zona habitada, la cual, teniendo en cuenta la trayectoria de vuelo del lanzador y la inclinación orbital de la nave espacial, podría oscilar entre 0,002 (infraestructura y sistema de abastecimiento de agua) y 0,03 (sistema de aprovechamiento de la tierra).

16. La probabilidad de un suceso final debido a la caída accidental de una fuente de energía nuclear en una zona habitada y la posible irradiación de miembros de la población podría ser del orden de  $10^{-5}$ .

---