



Asamblea General

Distr. limitada
9 de febrero de 2000
Español
Original: ruso

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos

37º período de sesiones

Viena, 7 a 18 de febrero de 2000

Tema 6 del orden del día

Utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre

Colisión entre fuentes de energía nuclear y desechos espaciales

Documento de trabajo presentado por la Federación de Rusia

1. Como resultado del lanzamiento, en el período 1970-1988, de vehículos espaciales que transportaban unidades de energía nuclear, los siguientes objetos que contienen un reactor y combustible nuclear están en órbita a distancias entre 700 y 1.100 km de la Tierra:
 - a) Unidades de energía nuclear con un compartimento de retiro (29 objetos), satélites de la serie Cosmos a partir del satélite Cosmos-367 y terminando con el satélite Cosmos-1932;
 - b) Haces de elementos combustibles (13 objetos) en vuelo independiente, después de haber sido expulsados del cuerpo del reactor, en una órbita de ruptura: esto sucedió a partir del satélite Cosmos-1176; con respecto a los satélites Cosmos-1670, Cosmos 1677 y Cosmos-1900 no se han descubierto haces como objetos independientes;
 - c) Unidades de energía nuclear a bordo de vehículos espaciales (dos objetos), los satélites Cosmos-1818 y Cosmos-1867.
2. Los tiempos de vida útil previstos de los objetos con un reactor y combustible nuclear en órbita a 700-1.100 km son los siguientes: unidades de energía nuclear con un compartimento de retiro, aproximadamente 1.000 años; haces de combustible, más de 2.000 años; y unidades de energía nuclear a bordo de vehículos espaciales, un mínimo de 400 años. El satélite Cosmos-1900 constituye una excepción, pues su vida útil se estima en 120 años en órbita a 700-750 km.
3. La inclinación orbital es de 64,70-66,10° para las unidades de energía nuclear y de 64,78-65,66° respecto de los haces de combustible.

4. Las consecuencias de posibles colisiones entre las unidades de energía nuclear y los desechos espaciales, cuando las unidades de energía nuclear permanecen en órbitas bastante altas durante períodos de tiempo prolongados, podrían representar un peligro potencial en términos de contaminación radiactiva del medio ambiente, incluido el espacio ultraterrestre, y también de un aumento de la acumulación de desechos espaciales.

5. En el caso de colisión entre una unidad de energía nuclear y fragmentos bastante grandes de desechos radiactivos, podrían presentarse las siguientes consecuencias de importancia decisiva:

a) Desalojo prematuro de la unidad de energía nuclear de su órbita de largo plazo como resultado de un efecto de frenado;

b) Destrucción del radiador de la unidad de energía nuclear, seguida por una descarga de refrigerante metálico líquido (sodio-potasio) desde el circuito secundario (no radiactivo);

c) Destrucción de haces de combustible independientes, dispersión en órbita de los materiales resultantes y precipitación de fragmentos de combustible nuclear en la superficie de la Tierra.

6. Los cálculos indican que una unidad de energía nuclear podría ser desalojada de una órbita alta por una colisión con un fragmento de desechos espaciales de por lo menos 60 mm tratándose de acero y de por lo menos 85 mm tratándose de aluminio, si se supone una velocidad de impacto probable de 12 km/s.

7. Una vez que la unidad de energía nuclear abandone la órbita y caiga en las capas más densas de la atmósfera de la Tierra, la destrucción aerodinámica de la estructura de la unidad de energía nuclear tendría lugar a alturas de 64-74 km (véase la figura 1), seguida por la destrucción del reactor y las barras combustibles a altitudes de 50-64 km (véase la figura 2) y la dispersión del combustible nuclear a alturas de 47-50 km (véase la figura 2), roto en partículas de menos de 1 mm de diámetro. La precipitación de esas partículas de combustible no alterará la situación radiológica en la zona en que se produzca en lo que respecta a la radiación gamma natural de fondo, dada la desintegración de productos de uranio de fisión que habrá ocurrido antes del momento de la posible colisión.

8. La destrucción del radiador de la unidad de energía nuclear puede dar lugar a una fuga de refrigerante y a la formación de gotitas de sodio-potasio que salgan del radiador en caso de que exista un aumento de presión -causado por fuerzas centrífugas debidas a la rotación de la unidad de energía nuclear en torno a su eje transversal- por encima de la presión debida a la tensión superficial de las gotitas formadas en el cráter del lugar de la perforación del radiador, teniendo en cuenta el hecho de que la velocidad de rotación de la unidad de energía nuclear en torno a su eje transversal disminuye en un 50% cada 3,5 años desde el momento de su colocación en la órbita alta.

9. Los estudios sobre la destrucción de elementos del radiador (tubos y colectores) de la unidad de energía nuclear (véase la figura 3) como resultado de la colisión con desechos espaciales han mostrado que la perforación del tubo en una colisión que ocurra a una velocidad de 12 km/s perpendicular a la superficie del radiador puede producirse con partículas de los desechos espaciales de acero superiores a 0,25 mm y partículas de desechos espaciales de aluminio superiores a 0,45 mm, aunque no haya una descarga de sodio-potasio a través del cráter como resultado de la colisión con esas partículas.

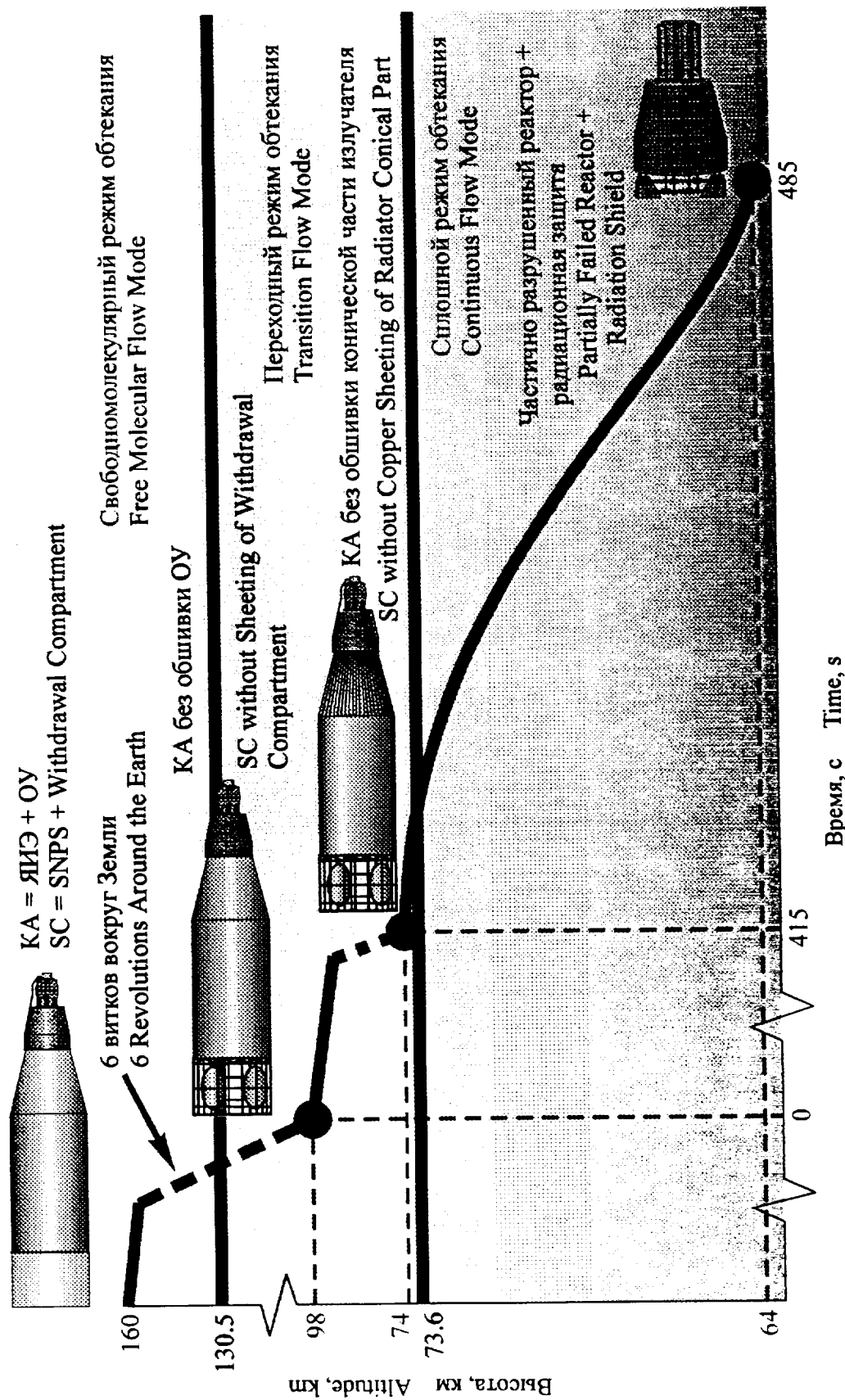


Рисунок 1 - Последовательность разрушения КЯИЭ при спуске в плотных слоях атмосферы
 Figure 1 - Sequence of Disruption for SNPS under Re-entry

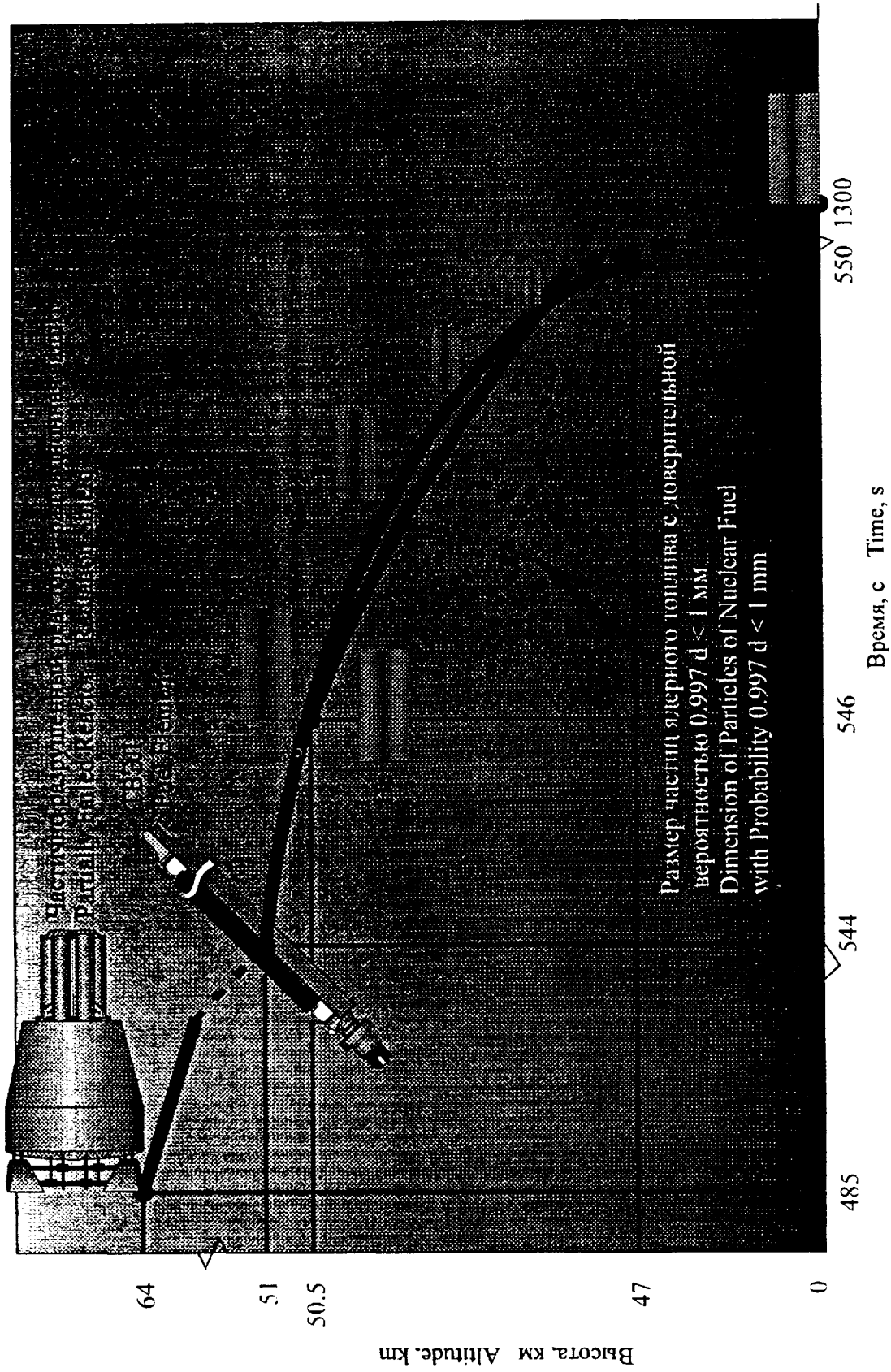


Рисунок 2 - Последовательность разрушения КЯИЭ при спуске в плотных слоях атмосферы
 Figure 2 - Sequence of Disruption for SNPS under Re-entry

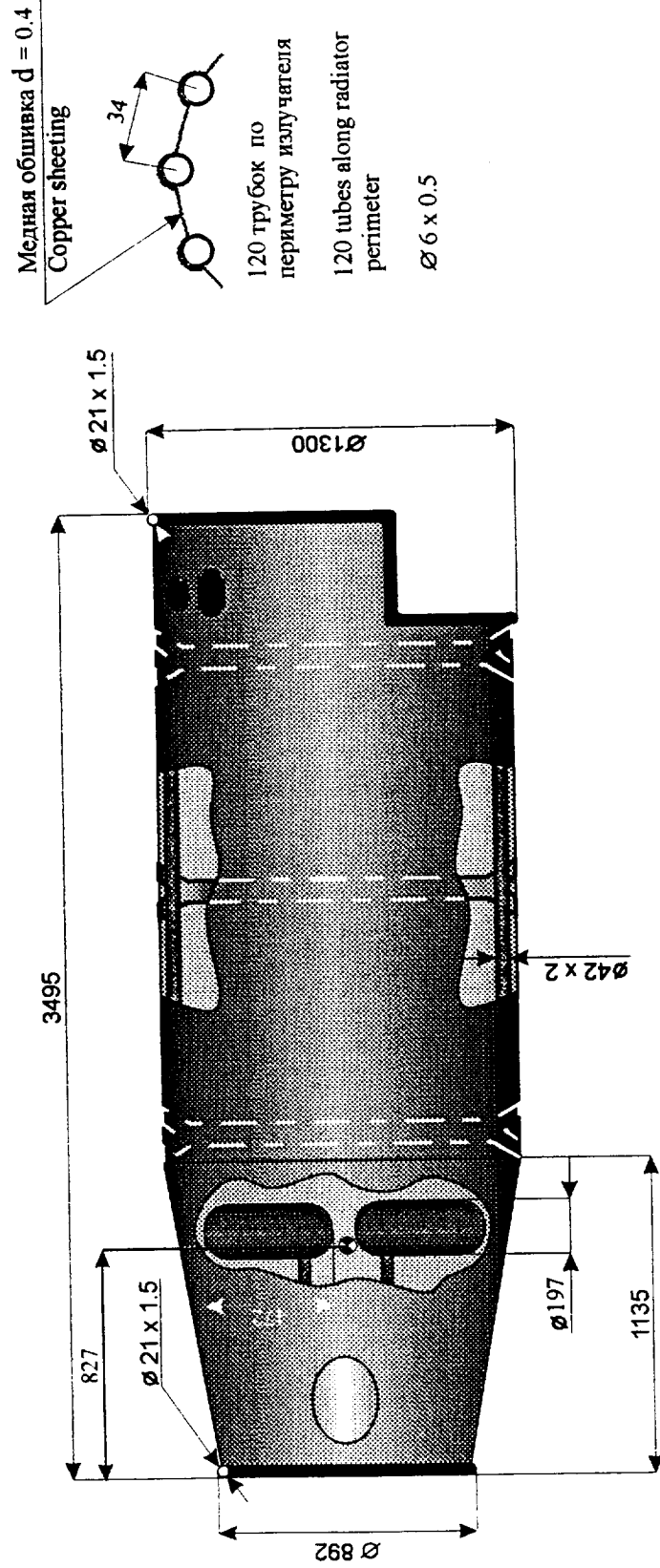


Рисунок 3 - Расчетная схема излучателя ЯЭУ.
Figure 3 - Calculation scheme of NPS radiator.

10. La condición de un aumento de presión debida a fuerzas centrífugas superiores a la presión propia de las fuerzas de tensión superficial de las gotitas se logra cuando un tubo (de 5 mm de diámetro) es objeto de ruptura transversal por colisión con partículas de desechos espaciales de más de 6 mm. Ello ha sucedido únicamente con respecto a los satélites Cosmos-1900 y Cosmos-1932, que fueron colocados en órbitas altas en 1988. Si el agujero producido en el tubo es superior al corte transversal del tubo, lo que puede suceder en colisiones con partículas de desechos espaciales superiores a 6 mm en ángulos pequeños con respecto a la superficie del radiador, es posible que se produzca una fuga de sodio-potasio fundido a presiones de fuerza centrífuga inferiores en el caso de unidades de energía nuclear colocadas en órbitas altas desde 1984 en adelante, a partir del satélite Cosmos-1579.

11. Se ha estudiado la destrucción de un haz de elementos combustibles independiente sobre la base de la suposición de un agujero en un elemento combustible de un tamaño de la mitad de su diámetro (20 mm), lo que se traduce en la expulsión de partículas y fragmentos de combustible nuclear. Estas condiciones existirían a una velocidad de impacto de 12 km/s respecto de partículas de desechos espaciales de acero superiores a 2,5 mm y de partículas de desechos espaciales de aluminio superiores a 5 mm, con la consiguiente expulsión de fragmentos de combustible nuclear (uranio) con una distribución de partículas de una gama de 7-20 mm.

12. La dispersión de fragmentos de combustible nuclear con impulsos de velocidad de 60-1000 m/s puede, dependiendo de la dirección del impulso, ir acompañada por:

a) Entrada de fragmentos de combustible en las capas densas de la atmósfera aproximadamente una hora después de la colisión con los desechos espaciales;

b) La aparición de fragmentos de combustible nuclear en órbitas elípticas con un perigeo a la altura de vuelo del haz de combustible en el instante de la colisión (900 km) y un apogeo superior a 7.000 km.

13. La entrada de fragmentos de combustible nuclear en las capas densas de la atmósfera va seguida por la dispersión aerodinámica de los fragmentos en partículas con dimensiones finales de 0,9-8,0 mm; vale decir, materiales que difícilmente pueden representar un peligro radiológico desde el punto de vista de la exposición a la radiación gama externa en la zona de precipitación, teniendo en cuenta el contenido de cesio 137 del combustible, que determina el nivel de la radiación gamma del combustible y sus fragmentos (y suponiendo que la vida útil del combustible en el momento de la colisión con los desechos espaciales sea superior a 50 años).

14. El cuadro de la dispersión aerodinámica de los fragmentos de combustible nuclear al entrar en las capas densas de la atmósfera de la Tierra cambiará si es que ha habido una oxidación preliminar del uranio durante el vuelo en los niveles atmosféricos altos.

15. La formación de una película de dióxido de uranio refractario en la superficie de los fragmentos de uranio hará que disminuya la altura a la que se inicie la dispersión aerodinámica de los fragmentos, retardando la dispersión hasta que la película se rompa y el uranio fundido se desparrame al exterior. Con respecto a los fragmentos de combustible de uranio con un diámetro de 20 mm y un largo de 5-55 mm, el tamaño final de las partículas de la precipitación será de 2,4-4,5 mm. Los fragmentos con un diámetro de 20 mm y un espesor de menos de 3 mm con oxidación superficial no se romperán hasta su entrada en las capas densas de la atmósfera.

16. Respecto de los haces de combustible independientes de los satélites Cosmos-1176 y Cosmos-1932, un fragmento de combustible nuclear no destruido tendría, en 1999, una actividad de no más de 10 mCi en cesio 137, lo que, dentro de las suposiciones normales relativas a la radiación gamma de individuos de la población representaría una dosis de exposición anual de 1 mSv.

17. Las probabilidades de esas consecuencias de colisión de unidades de energía nuclear y conjuntos combustibles independientes con desechos espaciales ocurran realmente están determinadas por el tamaño de los objetos en cuestión, el de los fragmentos de desechos espaciales y la distribución de dichos desechos en órbitas de la gamma de 700-1.100 km y también por las previsiones de la acumulación de desechos espaciales.

18. La probabilidad de que se produzcan las consecuencias que hemos examinado como resultado de una colisión entre desechos espaciales y objetos que contengan un reactor y combustible nuclear son las siguientes:

a) Salida prematura de unidades de energía nuclear de sus órbitas de largo plazo: 0,2 en 100 años;

b) Destrucción del radiador de la unidad de energía nuclear y formación de gotitas de refrigerante (sodio-potasio): 0,007 al año hasta 2010 únicamente. Después de 2010, la formación y liberación de gotitas de sodio-potasio queda descartada a menos que se produzca una situación que entrañe la destrucción sustancial de elementos del radiador (colectores) en una colisión con un fragmento de desechos espaciales superior a 12 mm, lo que tiene una probabilidad de 0,002 al año;

c) Destrucción de un haz de combustible independiente: 0,12 en 100 años.

19. De este modo, puede decirse que los estudios sobre la destrucción de unidades de energía nuclear y de haces de combustible independientes como resultado de colisiones con desechos espaciales han mostrado que una posible precipitación de fragmentos de combustible nuclear en la superficie de la Tierra no representaría un peligro radiológico.