Distr.: Limited
30 November 2005
Arabic
Original: Russian

لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة الثالثة والأربعون
فيينا، ٢٠ شباط/فبراير-٣ آذار/مارس ٢٠٠٦
البند ٩ من جدول الأعمال المؤقت*
استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي

حلقة العمل التقنية المشتركة بين الأمم المتحدة والوكالة الدولية للطاقة الذرية حول الأهداف والنطاق والسمات العامة لمعيار تقني لأمان مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي (فيينا، ٢٠-٢٢ شباط/فبراير ٢٠٠٦)

ورقة عمل مقدّمة من الاتحاد الروسي: اعتبارات الأمان التصميمية فيما يتعلق بالإطلاق والعمليات المعتادة وحوادث البعثة (بما يشمل نهوج التصميم الخاصة لضمان الأمان وتخفيف المخاطر بالنظر إلى الظروف البيئية المرتقبة)

مذكّرة من الأمانة

١- وفقا للفقرة [١٦] من قرار الجمعية العامة [...]/A/RES/60، ستنظّم اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، بالاشتراك مع

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

الوكالة الدولية للطاقة الذرية، حلقة عمل تقنية مشتركة حول الأهداف والنطاق والسمات العامة لمعيار تقني محتمل لأمان مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي، تعقد من ٢٠ إلى ٢٢ شباط/فبراير ٢٠٠٦.

٢- وقد أُعدّت الورقة الواردة في المرفق الأول لهذه الوثيقة من أجل حلقة العمل التقنية المشتركة تلك، وفقا للجدول الزمني الاسترشادي لأعمال تلك الحلقة الذي اتفق عليه الفريق العامل المعني باستخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي أثناء اجتماع ما بين الدورات المعقود في فيينا من ١٣ إلى ١٥ حزيران/يونيه ٢٠٠٥.[1]

(1) A/AC.105/L.260.

المرفق الأول

ورقة عمل مقدّمة من الاتحاد الروسي*

اعتبارات الأمان التصميمية فيما يتعلق بالإطلاق والعمليات المعتادة وحوادث البعثة (بما يشمل نهوج التصميم الخاصة لضمان الأمان وتخفيف المخاطر بالنظر إلى الظروف البيئية المرتقبة)

أولا- الطوارئ المتعلقة بالمركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية

١- تنشأ الطوارئ التي تحدث أثناء إطلاق وتشغيل المركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر مفاعلية أو نظائرية للقدرة النووية نتيجة لوقوع حوادث ناشئة عن أعطال في مركبة الإطلاق أو المركبة الفضائية عند الإقلاع أو أثناء مرحلة تحليق مركبة الإطلاق أو أثناء تسريع المركبة الفضائية إلى مدار تشغيلي أو إلى مسار تحليقي بين الكواكب.

٢- فأثناء مرحلة إدخال مركبات الإطلاق والمركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية، قد تحدث عند الإقلاع وأثناء مرحلة تحليق مركبة الإطلاق الأنواع التالية من الحوادث:

(أ) سقوط المركبة من على منصة الإطلاق قبل إطلاقها وهي فارغة أو مشحونة بمكوّنات داسرة، أو إقلاع المركبة ثم سقوطها عقب الإطلاق نتيجة لعدم توازن قوة الدفع في محركات المرحلة الصاروخية الأولى؛

(ب) تعطُّل المرحلة الصاروخية الأولى لمركبة الإطلاق (توقّف المحركات تلقائيا) قبل إصدار أمر "الإيقاف" وتوقّف المحركات عن العمل؛

(ج) تعطّل المرحلة الصاروخية الأولى لمركبة الإطلاق وتوقُّف المحركات عن العمل استجابة لأمر "الإيقاف"؛

(د) عدم انقذاف الجزء القابل للانفصال من المرحلة الصاروخية الأولى لمركبة الإطلاق وعدم اشتعال محركات المرحلة الثانية؛

* يُعرض هذا النص بالشكل الذي ورد به، ودون تنقيح رسمي.

(هـ) تعطّل المرحلة الصاروخية الثانية لمركبة الإطلاق وتوقّف المحركات عن العمل قبل انقذاف مخروط الرأس أو بعده؛

(و) حدوث أعطال مشابهة في تشغيل المرحلة الصاروخية الثانية أو المراحل اللاحقة؛

(ز) انفجار مركبة الإطلاق (بفعل ضغط موجة السفْع والرجم الحطامي) عند الإقلاع أو على مسار التحليق أو أثناء السقوط إلى الأرض عقب توقّف المحركات؛

(ح) اندلاع حريق على متن مركبة الإطلاق (بفعل درجة حرارة اللهب أثناء احتراق مكونات الوقود الداسر، ومدة الاحتراق، وتغيّر درجة حرارة اللهب مع مرور الوقت)؛

(ط) التأثير الكيميائي لمكوّنات الوقود الداسر لمركبة الإطلاق والمركبة الفضائية.

٣- أما أثناء مرحلة تسريع المركبة الفضائية التي تحمل على متنها مصدر قدرة نووية، فعند اشتغال المرحلة الصاروخية العليا عقب الانفصال عن مركبة الإطلاق يمكن أن تحدث أعطال تتعلق بتوقّف محركات المرحلة العليا و/أو نظام دسر المركبة الفضائية في شتى مراحل التحليق، أو تعطّل نظم توجيه المركبة الفضائية وتثبيت مسارها.

٤- ويجري تحليل عواقب تلك الحوادث استنادا إلى حسابات وأبحاث تحليلية لتحديد بارامترات تأثير الحوادث على هياكل مصادر القدرة النووية، مع أخذ تحطّم هياكل مركبات الإطلاق والمركبات الفضائية في الحسبان، لأنه يحدث تغيرا في هيكل الجسم الساقط أثناء الهبوط البالستي لمركبة الإطلاق وأثناء رجوع المركبة الفضائية التي تحمل على متنها مصدر قدرة نووية إلى الغلاف الجوي للأرض.

٥- وفي حالة مصادر القدرة النووية المفاعلية، تتسبب تلك الحوادث في انتقال المفاعل غير المنشّط ("البارد") (أي المفاعل المحطّم جزئيا أو المفكَّك إلى وحدات وقودية منفردة أو إلى القلب) إلى ما دون مستوى الحرجية بصورة مقرّرة مسبقا؛ كما قد تسقط شظايا وجسيمات وقود نووي عقب تحطّم المفاعل ايروديناميا وتبعثره.

٦- وأثناء التشغيل المعتاد لمصادر القدرة النووية المفاعلية الموجودة على متن المركبات الفضائية، تنشأ الطوارئ عن أعطال في نظم مصادر القدرة النووية (وإن كانت هذه غير مرجَّحة)، مشفوعة بفقدان الضغط في دورة الفلز السائل داخل المفاعل، والفقدان الجزئي

لعامل التبريد، وانصهار الوقود النووي (تحطمه حراريا)، وانطلاق انبعاثات مشعّة في الفضاء الخارجي.

٧- وإذا ظل مصدر القدرة النووية في الفضاء لمدة مطولة في مدار مرتفع نسبيا عقب سحبه من الخدمة، لا يمكن أن تنشأ طوارئ إلا في حال اصطدام المركبة الفضائية ومصدر القدرة النووية بشظية حطام فضائي، مما قد يؤدي إلى تحطّم المفاعل (في حالة مصدر القدرة النووية المفاعلي) أو أمبولة النويدات المشعّة (في حالة مصدر القدرة النووية النظائري)، وبالتالي إلى انبعاثات مشعّة في الفضاء الخارجي أو إلى هبوط المركبة الفضائية التي تحمل على متنها مصدر قدرة نووية (أو هبوط مصدر قدرة نووية قائم بذاته) من المدار المرتفع ورجوعها (أو رجوعه) إلى الغلاف الجوي للأرض.

ثانيا- آثار الطوارئ التي تصيب المركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية

٨- يتقرّر حجم آثار الطوارئ التي تصيب المركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية ببارامترات تأثيرات تلك الحوادث على هياكل تلك المصادر في حال تعطّل مركبة الإطلاق أو المركبة الفضائية أو مصدر القدرة النووية.

٩- ويتوقف حجم تلك الآثار أيضا على نوع مصدر القدرة النووية (مفاعلي أو نظائري)، ولذلك تستخدم طريقتان مختلفتان جوهريا لضمان الأمان النووي والإشعاعي أثناء التشغيل المعتاد لمصدر القدرة النووية وفي حال وقوع حادث للبعثة، هما:

(أ) في حالة مصادر القدرة النووية النظائرية: الحفاظ على سلامة أمبولات النويدات المشعّة وقدرتها على منع أي تسرّب؛

(ب) في حالة مصادر القدرة النووية المفاعلية: الحفاظ على كون المفاعل غير المنشّط ("البارد") دون مستوى الحرجية قبل إدخال المركبة الفضائية التي تحمل على متنها مصدر قدرة نووية إلى مدار تشغيلي في حال تعرّض هيكل المفاعل لأنواع مختلفة من التشوه أو تحطمه جزئيا أو ايروديناميا، أو تَبَعثُر الوقود النووي أو المواد الهيكلية.

١٠- وإذا ما انفجرت مركبة الإطلاق فلا يمكن للموجة الصدمية الناشئة عن ذلك - التي يبلغ ضغطها، مثلا، ٦٠-٨٠ كغ/سم^{٢} - ولا للشظايا الهيكلية المتبعثرة أن تؤثر مباشرة في المفاعل، الذي هو مدرَّع بالمركبة الفضائية وبمصدر القدرة النووية وبهياكل الدرع الواقي من

الإشعاع. ومن شأن انفجار مركبة الإطلاق أن يؤدي إلى تحطّم المركبة الفضائية وتشوُّه وعاء المفاعل وطرح المفاعل وسقوطه إلى الأرض بسرعة معادلة لسرعة الارتطام.

١١- ويقترن اندلاع حريق على متن مركبة الإطلاق بتأثير درجة حرارة اللهب الناشئ من احتراق المكونات السائلة للوقود الداسر على المفاعل وعلى الدرع الواقي من الإشعاع وعلى مصدر القدرة النووية، وهو تغير - من ٦٠٠ ٣ ك إلى ٤٠٠ ك في غضون ٠٠٠ ٤ ثانية في حالة مركبة الإطلاق "بروتون"، مثلا - من شأنه أن يؤدي إلى انصهار وعاء المفاعل وتحطّم (انصهار) عناصر هيكل المفاعل الفولاذية الرقيقة الجدران والدرع الواقي من الإشعاع ومصدر القدرة النووية. وفي حال اندلاع حريق على متن مركبة الإطلاق، قد تنصهر عناصر العاكس الجانبي المصنوعة من البيريليوم في المفاعل القليل الكتلة ذي السطح المتطور وقد يُنتَزع الهيدروجين من طبقة هيدريد الليثيوم الخارجية في الدرع الواقي من الإشعاع مع تكوّن غشاء سائل من الليثيوم على سطح هيكل ذلك الدرع. وقد يؤدي تكوّن سحابة جسيمات (قطرات) من البيريليوم والليثيوم، وهما عنصران ملوّثان، إلى تلوّث كيميائي في منطقة ارتطام مركبة الإطلاق إذا كانت جسيمات البيريليوم والليثيوم غير مشعّة. ومن شأن تحطّم دارة المبرّد الفلزي السائل في مصدر القدرة النووية وتحطّم منظومة السيزيوم في مفاعل تحويل الانبعاث الحراري أن يؤدي إلى تلوّث كيميائي بالصوديوم-البوتاسيوم (الليثيوم) والسيزيوم. وفي حال انفجار مركبة الإطلاق واندلاع حريق فيها، لن يتلف الوقود النووي بفضل استخدام مركبات اليورانيوم المقاومة للحرارة العالية. وفي حالة المفاعلات الحرارية، قد يحدث أيضا أن يصبح دون مستوى الحرجية نتيجة لانتزاع الهيدروجين من المنطقة الخارجية لمهدئ السرعة المصنوع من هيدريد الزركونيوم.

١٢- وفي حال حدوث تعطّل أثناء مرحلة تحليق مركبة الإطلاق، يؤدي إلى توقّف المحركات استجابة إلى أمر "الإيقاف"، قد يحدث ما يلي، تبعا لارتفاع التحليق وسرعة مركبة الإطلاق والوقت الذي يُلفَظ فيه مخروط الرأس:

(أ) تسارع محوري قد يصل إلى ١٠ وحدات، وتسارع جانبي قد يصل إلى ست وحدات، يؤثران على مركبة الإطلاق والمركبة الفضائية ومصدر القدرة النووية؛

(ب) سرعة ارتطام بالأرض تتراوح من ٦٠ إلى ٢٦٠ م/ثا؛

(ج) تحطّم ميكانيكي وايروديناميي لهياكل مركبة الإطلاق والمركبة الفضائية ومصدر القدرة النووية وللعناصر الخارجية لهيكل المفاعل؛

(د) تحطّم ايروديناميّ لهيكل المفاعل السريع حتى وحدات الوقود أو العناصر الوقودية، أو حتى قلب المفاعل، الذي يحتوي على مهدئ مصنوع من هيدريد الزركونيوم وقنوات مولّدة للكهرباء ذات وقود نووي.

١٣- ومن شأن حدوث أعطال أثناء تسارع المركبة الفضائية التي تحمل على متنها مصدر قدرة نووية إلى مدار تشغيلي أو إلى مسار تحليقي بين الكواكب أن يؤدي إلى رجوع المركبة الفضائية المدارية إلى الغلاف الجوي، وتحطّم هيكلها ايروديناميا على ارتفاع قدره ٧٠-٩٠ كيلومترا، وإلى تحطّم هيكل مصدر القدرة النووية والهيكل الخارجي للمفاعل غير المنشّط ("البارد") على ارتفاع ٥٠-٦٠ كيلومترا. وعندما يبلغ المفاعل السريع ارتفاعا قدره ٣٥-٤٠ كيلومترا يتحطّم المفاعل تحطما ايروديناميا تاما تقريبا بسبب عدم وجود مهدئ مصنوع من هيدريد فلزي ويتفكّك هيكل وحدات الوقود إلى العناصر الوقودية (قنوات توليد الكهرباء) المنفردة أو إلى أجزاء منفردة من تلك العناصر المحتوية على وقود نووي مكوّن من مركبات عالية الحرارة. أما مفاعل التحويل الحراري ذو المهدئ المصنوع من هيدريد الزركونيوم فيتفكك حتى القلب ويُنْتَزع الهيدروجين من الطبقة الخارجية للمهدئ.

١٤- ووفقا للوائح الوطنية والصكوك الدولية المتعلقة باستخدام مصادر القدرة النووية المفاعلية والنظائرية في الفضاء، يرتأى اتخاذ المجموعة التالية من التدابير الوقائية إذا ما ورد تأكيد لوقوع حادث يتعلق برجوع عارض لمركبة فضائية ومصدر قدرة نووية أو سقوط مركبة فضائية ومصدر قدرة نووية من مدار عال:

(أ) تتبّع بارامترات المسار النزولي للجسم المحتوي على مفاعل أو نويدات مشعّة والذي لُفظ من مدار عال بعد اصطدامه بشظية حطام فضائي؛

(ب) التنبؤ بمنطقة رجوع ذلك الجسم إلى الطبقات العليا من الغلاف الجوي والمناطق المحتملة لارتطام جزء من هيكل المفاعل المحطّم والشظايا المنفردة لمصدر القدرة النووية المفاعلي والنظائري بسطح الأرض؛

(ج) إبلاغ السلطات المختصة بأي حالة محتملة في منطقة الارتطام وبالتدابير اللازمة لتنفيذ الاحتياطات الخاصة بالأمان الإشعاعي، بما في ذلك إنشاء منطقة محظورة على عامة الناس حول الجسم الساقط والشظايا المنفردة عند اكتشافها؛

(د) البحث عن الجسم والشظايا واكتشافها وإزالتها من موقع الارتطام؛

(هـ) تنظيم عملية رصد للإشعاع في موقع الارتطام، وكذلك عملية تنظيف من التلوث الإشعاعي عند الضرورة؛

(و) فحص وحصر أفراد الناس الموجودين في منطقة ارتطام الجسم والشظايا وتقييم جرعات الإشعاع الفردية المحتملة، مع تقديم المساعدة لعامة الناس عند الضرورة.

١٥- ويستخدم المعياران التاليان في تحديد احتمال تعرّض أفراد الناس للإشعاع المؤيِّن في حال السقوط العرضي لجسم محتو على مفاعل ووقود نووي أو أمبولة نويدات مشعّة عقب تعطّل معدّات إدخال المركبة الفضائية في المدار أو اصطدام المركبة الفضائية ومصدر القدرة النووية بشظايا حطام فضائي وما يلحق ذلك من تحطّم ايروديناميي لهيكل الجسم أثناء معاودته دخول الغلاف الجوي:

(أ) مدى احتمال تعطُّل معدّات الإدخال واحتمال الاصطدام بشظية حطام فضائي كبيرة الحجم إلى حد ما؛

(ب) مدى احتمال سقوط الجسم في منطقة مأهولة، الذي يمكن أن يتراوح، تبعا لمسار تحليق مركبة الإطلاق وزاوية ميل مدار المركبة الفضائية، بين ٠,٠٠٢ (في حالة نظام البنية التحتية وإمدادات المياه) و٠,٠٣ (في حالة نظام استخدام الأراضي).

١٦- ويمكن أن يكون احتمال وقوع حدث نهائي نتيجة لسقوط مصدر قدرة نووية فضائي في منطقة مأهولة، واحتمال تشفيع أفراد من الناس في حدود $١٠^{-٥}$.