

Distr.: Limited
16 September 2020
Arabic
Original: Russian



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة الثامنة والخمسون
فيينا، 1-12 شباط/فبراير 2021

الخبرة المكتسبة في التطبيق العملي للمبادئ المتصلة باستخدام مصادر الطاقة النووية في الفضاء الخارجي وإطار الأمان الخاص بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي

ورقة عمل مقدمة من الاتحاد الروسي

أعدت ورقة العمل هذه وفقاً للفقرة 8 من تقرير الفريق العامل المعني بمصادر القدرة النووية (A/AC.105/C.1/NPS/2019/L.1) لتقديمها إلى الفريق العامل المعني بمصادر القدرة النووية التابع للجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية.

وقد أعدت ورقة العمل لغرض تنفيذ الهدفين 1 و2 من خطة عمل الفريق العامل المتعددة السنوات (الوثيقة A/AC.105/1138، المرفق الثاني، الفقرتان 8 و9).

ويتيح الامتثال للمتطلبات الدولية والوطنية ضمان الاستخدام المأمون لمصادر القدرة النووية في جميع مراحل دورة حياة المركبات الفضائية التي تحمل هذه المصادر، سواء أثناء التشغيل الروتيني أو في حالة وقوع حادث. وبذلك يمكن اعتبار استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي وسيلة فعالة لتعزيز إمكانيات استكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه.

ووفقاً لتوصيات الأمم المتحدة، أنشأ الاتحاد الروسي نظاماً للوثائق التنظيمية، ووضع تدابير تقنية لضمان التشغيل المأمون للمركبات الفضائية التي تحمل على متنها مصادر للقدرة النووية.

وفيما يخص المركبات الفضائية التي تستخدم مصادر القدرة النووية، يُعتبر الأمان في جميع مراحل دورة الحياة جانباً رئيسياً وجزءاً أصيلاً من التصميم والتطبيق. وينص إطار الأمان الخاص بتطبيقات مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي (A/AC.105/934) (المشار إليه فيما يلي باسم "إطار الأمان") على أنه ينبغي النظر في المسائل المتعلقة بالأمان اعتباراً من أولى مراحل تصميم مصادر القدرة النووية والمركبات الفضائية التي تحملها، على أساس إطار الأمان.



ويجري حاليا تنفيذ البعثة الفضائية إكسومارس (ExoMars)، وهي برنامج مشترك لاستكشاف المريخ يجمع بين وكالة الفضاء الاتحادية الروسية ("روسكوسموس") ووكالة الفضاء الأوروبية. وقد أطلق المسبار الفضائي إكسومارس-2016 (ExoMars-2016) في إطار البرنامج. وفي عام 2020، يُعتمد إطلاق المسبار الفضائي إكسومارس-2020 (ExoMars-2020) لإيصال منصة سطحية روسية إلى المريخ وعلى متنها طواف أوروبي، وسيُزود كل من المنصة والطواف بمصادر للقدرة النووية في شكل مصادر للحرارة تعمل بالنظائر المشعة.

والشرط القاطع لاستخدام مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة بأمان في الفضاء الخارجي هو أن يكون تصميم هذه المصادر ممتثلاً للمتطلبات الدولية الراهنة للاستخدام المأمون لمصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي، ولا سيما المبادئ التوجيهية والمعايير المتعلقة بالأمان المنصوص عليها في المبادئ المتصلة باستخدام مصادر الطاقة النووية في الفضاء الخارجي (المشار إليها فيما يلي باسم "مبادئ الأمم المتحدة")، والتي أقرتها الجمعية العامة للأمم المتحدة في قرارها 68/47 المؤرخ 14 كانون الأول/ديسمبر 1992. وأثناء تصميم مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة، تُنفذ تدابير علمية وتقنية وتنظيمية لضمان أمان هذه المصادر في جميع مراحل التشغيل وفي حالة وقوع حادث.

ويستند أمان مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة المستخدمة في برنامج إكسومارس إلى النهج التي يتبناها الاتحاد الروسي لضمان أمان المولدات الكهربائية الحرارية التي تعمل بالنظائر المشعة ووحدات توليد الحرارة التي تعمل بالنظائر المشعة في جميع مراحل دورة الحياة. وقد وُضعت تلك النهج وفقاً للتوصيات الواردة في إطار الأمان، وبالامتثال لمبادئ ومعايير الاستخدام المأمون لمصادر القدرة النووية على النحو المنصوص عليه في مبادئ الأمم المتحدة.

وفي المرحلة الأولية من عملية التصميم، يُجرى تقييم شامل لمخاطر وقوع حادث ذي صلة بمصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة أثناء استخدامه، وعلى أساس هذا التقييم، يُحدّد مدى تأثير الحادث في ذلك المصدر واحتمال أن تترتب عليه عواقب إشعاعية. وفي نفس المرحلة، تُحدّد أيضاً الاحتياجات من حيث التقييم والاختبار فيما يتعلق بإعداد تصميم مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة.

ووفقاً لمبادئ الأمم المتحدة، تُبنى مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة بحيث تتحمل الحرارة والقوى الدينامية الهوائية في حالة وقوع حادث، بما في ذلك عند العودة إلى الغلاف الجوي العلوي من المدارات التي يقرب شكلها بشدة من شكل القطع الناقص أو القطع الزائد، والارتطام لاحقاً بسطح الأرض. ويكفل نظام احتواء النظائر والشكل المادي الذي تتخذه عدم تشتت أي مادة مشعة إلى البيئة بمستويات تتجاوز ما تنص عليه المعايير ذات الصلة التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية (لائحة النقل المأمون للمواد المشعة، سلسلة متطلبات الأمان، العدد TS-R-1، طبعة 2009) بحيث يمكن تطهير منطقة الارتطام تطهيراً كاملاً من النشاط الإشعاعي عن طريق عملية لانتقال مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة.

وفي مرحلة إعداد وثائق تصميم مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة، تُجرى سلسلة من التقييمات والاختبارات للتأكد من استيفاء التصميم لمتطلبات الأمان، بعد تحديد تلك الأنشطة في المرحلة الأولية من التصميم وبما يشمل الخطوات الرئيسية التالية:

- إعداد البروتوكولات الخاصة بمصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة، وهي بروتوكول للموثوقية وبروتوكول للأمان وبروتوكول لضمان النوعية
- إصدار وثائق التصميم والتشغيل الخاصة بمصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة
- تحليل حالات الأعطال وآثارها ومستوى أهميتها
- إجراء التقييمات (بما في ذلك التحليل الحراري وتحليل المتانة والتحليل التسريحي، وتقييم التعرض للإشعاع)

- اختبار السلوك في ظروف التشغيل (تأثير العوامل المناخية والحرارية والاهتزازية والاستاتيكية (السكونية) وغيرها)
- اختبار السلوك في ظروف الحوادث (بما في ذلك الحريق في موقع الإطلاق، وارتفاع درجة الحرارة بسبب القوى الدينامية الهوائية، والاصطدام بعقبة، والصدمة الحرارية عند الغمر في الماء، وتأثير ضغط الموائع الساكنة الخارجي)
- تقييم مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة من حيث مؤشرات الموثوقية والأمان
- إصدار المواصفات الفنية

وأثناء إعداد بروتوكولات الموثوقية والأمان، يولى اهتمام خاص لمحتوى التدابير الرامية إلى تأكيد مؤشرات الموثوقية والأمان الخاصة بتصميم مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة في جميع مراحل دورة الحياة.

وأثناء تحليل حالات الأعطال وآثارها ومستوى أهميتها، يُستند إلى سمات تصميم مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة للوقوف على حالات الأعطال المحتملة وآثارها فيما يتعلق بعناصر متعددة من تصميمه، وتُقيّم هذه الحالات من حيث مدى أهميتها، وتوضع قائمة بعناصر التصميم ذات الأهمية الجوهرية، وتُصاغ تدابير تنظيمية وتقنية وتصميمية لمنع وقوع الأعطال التي يمكن أن تصيب هذه العناصر والكشف عنها في حال وقوعها. وتُستخدم نتائج التحليل في جميع مراحل سلسلة التقييمات والاختبارات للتأكد من موثوقية وأمان مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة.

ويجري اختبار السلوك في ظروف التشغيل وفي ظروف الحوادث باستخدام نماذج لمصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة. ويجري اختبار السلوك في ظروف الحوادث باستخدام نماذج لهذه المصادر سبق أن خضعت لاختبار السلوك في ظروف التشغيل. ويؤدي ذلك إلى تحسين المعلومات المتاحة ويكفل الخروج بتقييم أدق لأمانها.

فإذا خلصت سلسلة التقييمات والاختبارات بأكملها إلى نتائج إيجابية، فإن تلك النتائج تشكل الأساس الذي يستند إليه الاستخدام المأمون لمصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة، لأنها تتطوي على توكيد موثوقية وأمان التصميم في جميع الظروف التشغيلية وظروف الحوادث.

وفور الخروج بنتائج إيجابية من كامل سلسلة التقييمات والاختبارات التي تُجرى من أجل صقل تصميم مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة، تبدأ الأعمال التحضيرية لإنتاج مصادر نمطية منها مصممة للاستخدام في الفضاء الخارجي.

وتستند التكنولوجيا المستخدمة في صنع مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة النمطية إلى نفس أساليب المراقبة المعمول بها في تكنولوجيا صنع نماذج مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة التي تُستخدم أثناء مرحلة إعداد التصميم. ويكفل ذلك الاستمرارية في تقنيات الإنتاج وبتيح مراقبة الاتساق بين خصائص نموذج مصدر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة وخصائص المنتج النمطي. ويخضع لاختبارات القبول كل مصدر قدرة معتمدة على النظائر المشعة يُصنع، بما في ذلك اختبار آثار الأحمال التشغيلية. وتُجرى اختبارات القبول للتحقق من الامتثال للمواصفات التقنية. وبالإضافة إلى ذلك، تُقارَن نتائج هذه الاختبارات بنتائج الاختبارات التي أُجريت في مرحلة العمل على إعداد وثائق التصميم.

ولا بد من اعتماد كل مصدر قدرة معتمدة على النظائر المشعة مصمم للاستخدام في الفضاء الخارجي بمقتضى شهادة صادرة من النظام الاتحادي لاعتماد تكنولوجيات الفضاء. فإذا كانت نتيجة تقييم هذه المصادر إيجابية، تصدر شهادة بالتصديق على أن كل مصدر منها قد صُمم وفقاً لمتطلبات الاستخدام المأمون لمصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي على النحو المنصوص عليه في مبادئ الأمم المتحدة.

وبذلك تخضع جميع مصادر القدرة المعتمدة على النظائر المشعة للمراقبة بنسبة 100 في المائة.

وإجمالاً، فإن مبادئ الأمم المتحدة والتوصيات العملية الواردة في إطار الأمان تشكل معاً أداة كافية للدول والمنظمات الحكومية الدولية التي تسعى إلى ضمان الأمان في تطوير مصادر القدرة النووية واستخدامها في الفضاء الخارجي.

ويتيح الامتثال للمتطلبات الدولية والوطنية ضمان الاستخدام الآمن لمصادر القدرة النووية في جميع مراحل دورة حياة المركبات الفضائية التي تحمل هذه المصادر، سواء أثناء التشغيل الروتيني أو في حالة وقوع حادث. وبذلك يمكن اعتبار استخدام مصادر القدرة النووية في الفضاء الخارجي وسيلة فعالة لتعزيز إمكانيات استكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه.