

Distr.: General
30 October 2019
Arabic
Original: English



لجنة استخدام الفضاء الخارجي
في الأغراض السلمية
اللجنة الفرعية العلمية والتقنية
الدورة السابعة والخمسون
فيينا، ٣-١٤ شباط/فبراير ٢٠٢٠
البند ٨ من جدول الأعمال المؤقت*
الحطام الفضائي

البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي وأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باصطدامها بالحطام الفضائي

مذكرة من الأمانة

أولاً - مقدمة

١ - اتفقت اللجنة الفرعية العلمية والتقنية، التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها السادسة والخمسين، على أنه ينبغي الاستمرار في دعوة الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي لها صفة مراقب دائم لدى اللجنة إلى تقديم تقارير عن البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي، وأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية، والمشاكل المتصلة باصطدام تلك الأجسام بالحطام الفضائي، وطرائق تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام (الفقرة ١٤٣ من الوثيقة A/AC.105/1202). وبناءً على ذلك، دُعيت الدول الأعضاء والمنظمات الدولية التي لها صفة مراقب دائم، في خطاب وجه إليها في ١٥ تموز/يوليه ٢٠١٩، إلى تقديم تقاريرها بحلول ٢١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩، لكي يتسنى إتاحة المعلومات الواردة فيها للجنة الفرعية في دورتها السابعة والخمسين.

* A/AC.105/C.1/L.383



الرجاء إعادة استعمال الورق

191119 191119 V.19-10621 (A)



٢- وقد أعدت الأمانة هذه الوثيقة بالاستناد إلى المعلومات الواردة من سبع دول أعضاء هي إندونيسيا وإيطاليا وباكستان والدايمرك وسلوفاكيا والنمسا والهند ومن المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس وجامعة الفضاء الدولية. وثمة معلومات أخرى مقدمة من المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس تتضمن أرقاماً تتعلق بالحطام الفضائي، وستتاح في شكل ورقة اجتماع في الدورة السابعة والخمسين للجنة الفرعية.

ثانياً - الردود الواردة من الدول الأعضاء

النمسا

[الأصل: بالإنكليزية]

[١٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

إلى جانب تتبع ما يزيد على ١٥٠ هدفاً تعاونياً (باستخدام عاكسات ليزرية ارتجاعية)، أصبحت عمليات تحديد مسافات الحطام الفضائي بواسطة الليزر تحظى بقدر متزايد من الاهتمام في المحطة الساتلية لقياس المسافات بالليزر في غراتس، النمسا.

أداة كشف الفوتونات المنفردة وتحديد ترأصفها ووضع نماذج مرجعية لها

تعمل أداة كشف الفوتونات المنفردة وتحديد ترأصفها ووضع نماذج مرجعية لها (SP-DART)، التي استُحدثت في غراتس، كمحطة ساتلية صغيرة متنقلة لقياس المسافات بالليزر يمكن تركيبها على مقاريب (تلسكوبات) خارجية. وهي تتألف من نميطة إرسال (مُرسل ليزري ١٥ ميكرو جول/١ نانو ثانية/٢ كيلوهيرتز وأجهزة بصرية مركبة على المقراب) وحزمة كشف (حاسوب شخصي، وحدة تحكم قائمة على صفيحة بوابات قابلة للبرمجة الميدانية، جهاز لتوقيت الأحداث من طراز Riga، وحدة نظم عالمية لسواتل الملاحية، أجهزة أرساد جوية). والميزة الرئيسية لهذه التركيبة هي قلة الجهد اللازم لتحديد التراصف نتيجة لتفادي النظام لأي مسار كوعي. وقد اختبر نظام SP-DART بنجاح على مقراب فلكي يبلغ قطره ٧٠ سم موجود في مدينة زاندرل، النمسا، وتمتلكه شركة "ASA Astrosysteme Austria". وعلى وجه الإجمال، جرى أثناء ليلتين من الرصد تتبع ١٧ هدفاً مختلفاً بمعدلات رجوع قصوى تتراوح بين أكثر من ٣٠ في المائة للسواتل ذات المدارات الأرضية المنخفضة و٢،٠ في المائة للسواتل Compass-15. وقد طُبّق هذا النهج المبتكر مؤخراً في محطة غراتس الساتلية لقياس المسافات بالليزر، باستخدام جهاز ليزري مُدمج عالي الطاقة لكشف الحطام الفضائي مركب مباشرة على مقراب غراتس، ونجح في تحديد مسافات عدة أجسام حطام فضائي مستهدفة.

تجربة المتعددة

التجارب المتعددة المواضيع هي عمليات معقدة لقياس مسافات الحطام الفضائي بواسطة الليزر، تُشارك فيها على الأقل ثلاث محطات تقيس المسافة إلى جسم الحطام الفضائي المستهدف نفسه. وتُرسل محطة غراتس الساتلية لقياس المسافات بالليزر فوتونات باستخدام أشعتها الليزرية الخضراء

العالية الطاقة (٢٠ وات/١٠٠ هيرتز) لرصد الحطام الفضائي. وفي الوقت نفسه، ترسل المحطة الساتلية لقياس المسافات باستخدام الليزر الكائنة في فيتسيل في ألمانيا فوتونات باستخدام أشعتها الليزرية دون الحمراء المخصصة لرصد الحطام الفضائي إلى الحطام الفضائي المستهدف نفسه. وبعد انعكاس الأشعة المنتشر عند الحطام الفضائي المستهدف، تنتشر الفوتونات عبر أوروبا. بعد ذلك، تُكشَف الفوتونات الخضراء التي أُطلِقَت من محطة غراتس بواسطة محطة غراتس وبواسطة محطة فيتسيل. وفي الوقت نفسه، تُكشَف محطات غراتس وفيتسيل وشتوتغارت الفوتونات دون الحمراء التي أُطلِقَت من محطة فيتسيل. وقد تبيّن من تحليل البيانات أن هذه القياسات المتزامنة تزيد كثيراً من دقة التنبؤ بأحوال المدار مقارنة بنفس العدد من المحطات العاملة في نسق أحادي الموضوع.

التحديق والملاحقة

"التحديق والملاحقة" هو الاسم الذي يُطلَق على طريقة لتتبع الحطام الفضائي المستهدف الذي لا تتوافر بشأنه معلومات مدارية مسبقة، ولقياس المسافة إليه عن طريق التحديد البصري لوجهة التصويب إلى تلك الأهداف. وتُجهز كاميرا فلكية نظرية بعدسة عادية قطرها ٥٠ مم لرصد حقل رؤية يقارب ٧ درجات من السماء. وتُحمل منظومة الكاميرا على ظهر مقراب قياس المسافات الساتلي الليزري باتجاه محاذ تقريباً للمحور البصري. ثم يُنقل المقراب إلى موقع عشوائي "مُحدِّقاً" نحو السماء ومُظهرًا النجوم مُكبَّرة بمقدار يصل إلى رتبة ١٠^٦. ومن هذه الخلفية النجمية، وباستخدام خوارزمية لتحليل اللوحات التصويرية، تُحدّد وجهة التصويب الاستوائية لمركز الكاميرا بدقة تقارب ١٥ ثانية قوسية. ومتى مرَّ جسم حطام فضائي مُضاء بنور الشمس عبر حقل الرؤية، تُخزّن إحداثياته الاستوائية ووقت ملاحظة مروره. ومن هذه المعلومات الخاصة بوجهة التصويب، يولّد ملف للتنبؤات المدارية "CPF" ويُستخدم هذا الملف لتتبع الساتل أنياً داخل المرّ نفسه. ويمكن إتمام هذه العملية، من أول كشف للساتل حتى تتبّعه بنجاح، في غضون أقل من دقيقتين. ومتى حُدّد مسار التتبع تبدأ المنظومة الساتلية لقياس المسافات بالليزر في "ملاحقة" الهدف بواسطة ليزر مخصص لرصد الحطام الفضائي ذي قدرة عالية (٢٠ وات/١٠٠ هيرتز). وقد أمكن التوصل بنجاح إلى تحديد المسافات إلى عدة أهداف من أجسام حطام فضائي "متعاونة" و"غير متعاونة" (أي بدون معاكس قلوبية)، باستخدام تلك التنبؤات القائمة على "التحديق والملاحقة".

عمليات رصد الحطام الفضائي في ضوء النهار

ثمّة ضرورة أساسية لمعرفة مدارات أجسام الحطام الفضائي على وجه الدقة لأغراض تنفيذ استراتيجيات الإزالة ولتنبؤات العودة إلى الغلاف الجوي. ويوفر قياس المسافات الليزري الساتلي قياسات عالية الدقة لمسافات الأجسام المتساقطة ومسلكها. إلا أنه بالنظر إلى عدم دقة التنبؤات المستندة إلى العناصر الثنائية الخطوط، من الضروري أن تُستبان أجسام الحطام الفضائي على نحو مرئي. وفي الوقت الراهن، يقتصر تحديد مسافات الحطام الفضائي باستخدام الليزر على بضع ساعات بعد غروب الشمس وقبل شروقها، حين يكون الجسم في ضوء الشمس ومكان المراقبة مظلماً. واستُحدثت طريقة لرؤية الحطام الفضائي المستهدف في ضوء النهار تزيد وقت المراقبة المحتمل زيادةً كبيرة. ويجري تحليل

الصورة المجمعة لجسم الحطام الفضائي، وتصحيح التنبؤات المدارية غير الدقيقة آنياً. وبعد توسيط الهدف في حقل الرؤية، يبدأ الروتين المعتاد لقياس المسافة بالليزر.

القياس المتزامن لمسافة الحطام الفضائي بالليزر وقياسات منحني الضوء لعودة مرحلة عليا كبيرة الحجم إلى الغلاف الجوي

عادت المرحلة العليا من جسم الصاروخ Long March 3B (NORAD 38253) التابع للقيادة الأمريكية الشمالية للدفاع الجوي الفضائي) إلى الغلاف الجوي في آب/أغسطس ٢٠١٧. وقبل العودة إلى الغلاف الجوي بشهر واحد، سُجِّلَت منحنيات الضوء باستخدام صمامات ثنائية هيّارة كاشفة للفوتونات المنفردة، وفي الوقت نفسه أُخِذَت قياسات المسافة عن طريق تحديد مسافة الحطام الفضائي باستخدام الليزر. واستناداً إلى نموذج أسطواني بسيط للمرحلة العليا، أمكن حساب محاكاة منحنيات الضوء وتحديد مسافة البقايا المتخلفة ساتلياً بالليزر. ومقارنة النتائج التجريبية بعمليات المحاكاة، يصبح من الممكن استخلاص استنتاجات عن معايير دوران جسم الصاروخ. ومن واقع عمليات المحاكاة، حُسِبَت فترة الدوران بمقدار ١١٨ ثانية، وُحِدَت الإحداثيات الفلكية بأحدار ٦٩ درجة و ٢٢٤ درجة صعودت تجاه اليمين بأنها الاتجاه الأكثر احتمالاً لمحور الدوران.

جهاز ليزر مخصّص لرصد الحطام الفضائي محمول على ظهر مقراب فلكي

في عام ٢٠١٥، عرّضت محطة غراتس الساتلية لقياس المسافات باستخدام الليزر طريقة SP-DART لتحسين أي مقراب فلكي لكي يصبح محطة ساتلية لقياس المسافات بالليزر عاملةً بكامل طاقتها. فقد رُكِّب مباشرةً على مقراب فلكي جهازان مدمجان لأشعة الليزر (٥٣٢ نانومتر، ١٥ ميكروجول@٢ كيلومتر؛ و ١٠٦٤ نانومتر، ٣٠ ميكروجول@٢ كيلومتر) يشملان أجهزة بصرية لتمديد الحزم الشعاعية. وثمة ميزة كبيرة لهذه التركيبة تتمثل في أنها تُغني عن إقامة أي مسار كوعى (عدد من المرايا التي تعكس شعاع الليزر من المختبر إلى المقراب). وهذه التركيبة، إضافة إلى تكاليفها الأقل، تجعل التراصف أسهل بكثير، ووجهة التصوير أكثر دقة. وتتولى وحدة تحكم مدمجة التفاعل مع جهازي الكشف، كما تعالج توقيت الحدث، وإعداد بوابات استقبال إشارات الهدف، والتوقيت والساعة المرجعيين على النظام العالمي لسواتل الملاحية، وبيانات الأرصاد الجوية. ورُكِّب المنظومة بنجاح في عدة محطات ساتلية لتحديد المسافات باستخدام الليزر، وكذلك على مقاريب فلكية، ويمكن أيضاً استخدامها كأداة مرجعية. وستُستخدَم هذه الطريقة في تركيب جهاز ليزر سرعة نبضته بيكوثانية على المقراب الكائن في المحطة الساتلية الجديدة لتحديد المسافات باستخدام الليزر التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، والموجودة في تينيريف، إسبانيا. ومع تواصل استحداث أجهزة ليزر أكثر قدرة وإدماجاً، أصبحت هذه الطريقة في الوقت الراهن تُطبَّق على أجهزة الليزر المخصصة لتتبع الحطام الفضائي. ورُكِّب مباشرةً رأس ليزري لجهاز ليزري جديد مخصص لرصد الحطام الفضائي (٥٣٢ نانومتر/٨٠ ميكروجول أو ١٠٦٤ نانومتر/١٦٠ ميكروجول@٢٠٠ هرتز) على المقراب الخاص بمحطة غراتس الساتلية لقياس المسافات بالليزر. ورُكِّب وحدة التبريد وإمدادات الطاقة عند قاعدة المقراب، ومُدَّت كابلات سائل التبريد وإمدادات الطاقة عبر محوري الارتفاع والسمت في المقراب.

الدايمرك

[الأصل: بالإنكليزية]

[٧ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

رسم خرائط الحطام الفضائي

في مجال رسم خرائط الحطام الفضائي، يعمل المعهد الوطني لشؤون الفضاء في الدايمرك على استحداث نظام ذاتي التشغيل للكشف عن الحطام المتخلف عن مركبات فضائية والتحقق منه، بغرض استخدام هذه الطريقة في بعثات فضائية مختارة للبرهنة على كفاءتها ونطاقها.

وجار مناقشة جهود كاملة لرسم الخرائط مع وكالة الفضاء الأوروبية بهدف الشروع في جهد منهجي، باستخدام البنية التحتية الفضائية الحالية في الأجل القصير (ابتداءً من عام ٢٠٢٠).

وأخيراً، من المقرر إنشاء ملف شامل للحطام الطبيعي الذي يتراوح حجمه بين ٠,٨ و ٥,٢ وحدة فضائية (١ وحدة فضائية = ١٤٩ ٥٩٧ ٨٧١ كيلومتراً) باستخدام بعثة جونو التابعة للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء بالولايات المتحدة الأمريكية، لإثبات المنهجية.

الإزالة النشطة للحطام الفضائي

يقوم المعهد الوطني لشؤون الفضاء في الدايمرك بما يلي:

(أ) إجراء دراسات عن آليات الاضمحلال المدارية الطبيعية، فيقوم باستحداث نظم ذات قدرة عالية على التشغيل الذاتي لكشف الأهداف وتتبعها والالتقاء بها بدقة تصل إلى ٧ سم، وإطلاق تلك النظم وتشغيلها والتحقق منها؛

(ب) استحداث أجهزة استشعار ذاتية التشغيل للتشكيلات الطائرة من الأهداف غير المتعاونة والتحقق منها؛

(ج) إجراء دراسات عن آليات الالتقاط؛

(د) إجراء دراسات عن تكنولوجيا إنزال أجسام من المدار بالطاقة الموجهة.

تكنولوجيا إزالة المركبات الفضائية ذاتياً

تُجري جامعة ألبروغ ومؤسسة غومسييس بحثاً في تكنولوجيا إزالة المركبات الفضائية ذاتياً، وهو مشروع يموله البرنامج الإطاري للبحث والابتكار "هورايزون ٢٠٢٠" التابع للاتحاد الأوروبي. وبدأ المشروع في ١ شباط/فبراير ٢٠١٦ وانتهى في ٣١ آذار/مارس ٢٠١٩.

وتستخدم هذه التقنية وحدة عالمية للتخلص من المركبة بعد انتهاء المهمة، تُحمل إلى المدار على متن أي مركبة فضائية لضمان التخلص السليم منها في نهاية فترة خدمتها، سواء كان ذلك مخطط له أم غير مخطط له بسبب عطل في المركبة الفضائية. ومن المقرر أن تكون الوحدة مستقلة عن المركبة الفضائية.

أمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باصطدامها بالحطام الفضائي

في عام ٢٠١٨، لم تجر الدائمك أي بحوث على الصعيد الوطني متعلقة بأمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية والمشاكل المتصلة باصطدامها بالحطام الفضائي.

الهند

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

ما برحت المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء (المؤسسة الهندية) تجري بحثاً بشأن التنبؤ بالعودة إلى الغلاف الجوي، ونمذجة التشظي والتفكك وتحليلهما، وهي تشارك بنشاط في الحملات السنوية للتنبؤ بالعودة إلى الغلاف الجوي التي تنظمها لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي (لجنة التنسيق المشتركة). واستحدثت في الهند نماذج وأدوات حاسوبية للتحليل الإحصائي لبيئة الحطام الفضائي وتطورها. وشرعت المؤسسة الهندية أيضاً في إجراء دراسات أولية عن الإزالة النشطة للحطام وتدريب المركبات الفضائية.

وعلى مر السنين، بنت المؤسسة الهندية القدرة على تحليل تجنب الاصطدام، بهدف حماية موجوداتها الفضائية. وتجرى مناورات تفادي الاصطدام للسواتل العاملة في حالة اقتراب جسم فضائي آخر على مسافة قريبة منها. وتخضع جميع خطط المناورة الدورية أيضاً إلى تحليل لتقييم مدى التقارب بين الجسمين، وتتم الموافقة على تنفيذها وفقاً لذلك.

ومنذ عام ١٩٩٦، ما برحت المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء عضواً نشطاً في لجنة التنسيق المشتركة. ويُنفذ العديد من التدابير التي تتماشى مع المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، وتلك الخاصة بلجنة التنسيق المشتركة، في مركبات الإطلاق ومشاريع المركبات الفضائية الخاصة بالمؤسسة الهندية، وذلك بهدف الحد من تكوين الحطام الفضائي. ويجري تحميل جميع مركبات إطلاق السواتل القطبية والمدارية الثابتة بالنسبة للأرض عند انتهاء مهامها. وفي الوقت الحاضر، تتحلى جميع مركبات المؤسسة الهندية العاملة في مدارات ثابتة بالنسبة للأرض بالقدرة على التخلص من نفسها بعد انتهاء المهمة. أما السواتل ذات المدارات الثابتة بالنسبة للأرض فترسل إلى مدارات أعلى بعد انتهاء عمر مهمتها، ثم يجري تحميلها. وقد أطرت المؤسسة الهندية مجموعة من المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام، ومن المتوقع أن تُنشر وتُنفذ في جميع مشاريع وبرامج المؤسسة في المستقبل القريب.

وفي الوقت الراهن، لا يوجد لدى المؤسسة الهندية أي أجسام فضائية تعمل بالطاقة النووية يمكن أن تشكل تهديداً للأمان في الفضاء الخارجي.

وأنشئت مديريةية التوعية بأحوال الفضاء وإدارتها في مقر المؤسسة الهندية لأبحاث الفضاء في ٢٠١٨ لوضع استراتيجيات للتوعية بأحوال الفضاء وإنشاء بنية تحتية داعمة واستحداث آلية تشغيلية فعالة لحماية الموجودات الفضائية الهندية في بيئة من الحطام الفضائي، وذلك بكفالة

التنسيق بين المؤسسة والمراكز التابعة لإدارة شؤون الفضاء، إلى جانب عمل ما يلزم من تدخلات في مجال السياسة العامة.

وأقامت المؤسسة الهندية راداراً لتتبع الأجسام المتعددة في سريرهاريكوتا، الهند، تم تشغيله في عام ٢٠١٥، للكشف عن الأجسام ذات المدارات الأرضية المنخفضة وتتبعها. وتعكف المؤسسة أيضاً على إنشاء مقارِب بصرية في جبل أبو، ولاية راجستان، وفي بوموددي، ولاية كيرالا، لمراقبة الأجسام ذات المدار الثابت بالنسبة للأرض المتوقع تشغيلها بحلول نهاية عام ٢٠١٩. ومن أجل مواجهة عدد متزايد من عمليات الإطلاق وتزايد في مجموع الحطام، من المقرر تعزيز وزيادة القدرات الحالية لمراقبة الحطام الفضائي بإنشاء مرافق إضافية للمراقبة. وقد وافقت حكومة الهند على مشروع شبكة تتبع الأجسام الفضائية وتحليلها، كخطوة أولى نحو تحقيق هذا الهدف. واقترح إنشاء مركز تحكم للتشغيل والتحليل والبحث المركزيين في جميع المجالات المتعلقة بالحطام الفضائي والبيئة الفضائية ضمن نطاق هذا المشروع، الذي يُتوقع أن يكتمل في غضون ثلاث سنوات.

إندونيسيا

[الأصل: بالإنكليزية]

[١٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

وفقاً لقانون الأنشطة الفضائية، يقع على عاتق المعهد الوطني للملاحة الجوية والفضاء (المعهد الوطني) في إندونيسيا التزام برصد الأجسام الفضائية الاصطناعية التي تسقط على الأرض والتخفيف منها، لا سيما على أراضي إندونيسيا. وفي هذا الصدد، عكفت إندونيسيا على الاضطلاع بأنشطة بحوث ومراقبة متعلقة بالحطام الفضائي، تشمل المراقبة والنمذجة والتخفيف. وبموجب هذا القانون، تعكف إندونيسيا على تخفيف سقوط الحطام الفضائي باستحداث نظام رصد إلكتروني يستند إلى بيانات مستمدة من مؤسسة الرصد الفضائي سبيس تراك (Space-Track). ويجري الرصد آلياً، حيث يوفر معلومات عن الأجسام الاصطناعية الساقطة التي يُحتمل أن تسقط على أراضي إندونيسيا.

ولتعزيز رصد الحطام الفضائي، يعكف المعهد الوطني على بناء منشأة مراقبة جديدة في شرقي إندونيسيا، في مقاطعة نوسا تينغارا الشرقية. وبدأ التشييد في ٢٠١٧، ومن المقرر أن يبدأ المرفق العمل في ٢٠٢١. ومن المتوقع أن يعجل المرفق من أنشطة مراقبة الحطام الفضائي في إندونيسيا ويمكن استخدامه أيضاً بالتعاون مع بلدان أخرى للمساهمة في مراقبة الحطام الفضائي المتساقط على الأرض والتخفيف من آثاره. وسيُجهز المرصد الوطني بالعديد من المقارِب والمقارِب البصرية. وسيُنسى المقراب الرئيسي بالتعاون بين المعهد الوطني وجامعة كيوتو. وستقوم جامعة كيوتو بتصميم المقراب البصري الذي يبلغ قطره ٣,٨ أمتار. وفي إطار خطة تطوير المرصد الوطني، حضر ممثلو إدارة الموارد البشرية بالمعهد الوطني تدريباً في قسم الفلك بجامعة كيوتو.

وفي الوقت الراهن، يعكف المعهد الوطني على دعم الهيئة الوطنية للتخفيف من الكوارث في إعداد تقييم للمخاطر لأغراض مشروع قانون لإقامة نظام إنذار مبكر بالأخطار المتعددة.

وتحقيقاً لهذه الغاية، يقدم المعهد مدخلات إلى منظومة دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بالحطام الفضائي. ويجري تطوير النظام أيضاً لأغراض خطة المعهد الاستراتيجية للفترة ٢٠٢٠-٢٠٢٤.

إيطاليا

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

إيطاليا لديها تاريخ قوي في مراقبة الحطام الفضائي والمخاطر المرتبطة به والتحقق منهما. وفي ٢٠١٩، مكّنت الخبرة التقنية التي تقدمها الأوساط العلمية والتكنولوجية الإيطالية من الترويج لأنشطة على امتداد خطين متوازيين:

(أ) المشاركة في اتحاد المراقبة والتتبع الفضائيين (الاتحاد) التابع للاتحاد الأوروبي، الذي يقوم بتطوير خدمات المراقبة الفضائية الأوروبية، مثل تجنب الاصطدام، والعودة إلى الغلاف الجوي، وتشظي الأجسام الفضائية داخل المدار؛

(ب) تنسيق مبادرات البحث والتطوير على الصعيدين الوطني والدولي.

ويجري الاتحاد عملياته العادية عن طريق الأجهزة والمراكز التابعة للاتحاد الدول الأعضاء. وتتصرف وكالة الفضاء الإيطالية بصفة الكيان الإيطالي الوطني المشارك في الاتحاد، إلى جانب وزارة الدفاع الإيطالية والمعهد الوطني للفيزياء الفلكية. وفي هذا الإطار، عين الاتحاد المركز الإيطالي لعمليات المراقبة والتتبع الفضائيين، وهو المركز الوطني الإيطالي لعمليات الحطام الفضائي، بوصفه المركز المرجعي الاسمي لخدمات العودة إلى الغلاف الجوي والتشظي في المدار. وبهذه الصفة، قام المركز بالمشاركة والتنسيق في حدثين رئيسيين للتشظي وقعا خلال السنة، هما تشظي MICROSAT-R و ATLAS 5 Centaur R/B، يومي ٢٤ و ٢٧ آذار/مارس ٢٠١٩، على التوالي. وعلى وجه الخصوص، استطاع نظام الرادار الثنائي القاعدة "BIRALES" الإيطالي، الذي يضم المقرب الراديوي "نورذرن كروس" التابع للمعهد الوطني للفيزياء الفلكية، الواقع بالقرب من مدينة بولونيا، إيطاليا، وادار دوبلر متعدد الترددات الذي يقع في سردينيا وتشغله وزارة الدفاع، أن يكتشفا عدة شظايا أثناء حدثي التشظي المذكورين أعلاه، مما أثبت بالكامل صلاحية أدائهما كأحد إدارات المراقبة الخاصة. ومكنت الخبرة المكتسبة المركز الإيطالي لعمليات المراقبة والتتبع الفضائيين من استبانة المجالات التي تحتاج إلى تحسين من حيث نوعية الخدمات.

وعُرضت في ٢٠١٩ نتائج مشروع المفوضية الأوروبية "Horizon 2020 ReDSHIFT"، الذي ينسقه معهد الفيزياء التطبيقية التابع للمجلس الوطني الإيطالي للبحوث. وكانت نتائج المشروع ناجحة للغاية. وأتاح رسم خرائط المسارات الدينامية التي تميز الفضاء القريب من الأرض عمل توصيف كامل لخيارات إزالة الأجسام من المدارات والعودة إلى الغلاف الجوي في حالات التخلص من مركبة فضائية في نهاية عمرها. وُبَحِثت تقنيات جديدة (مثل الطباعة الثلاثية الأبعاد) لإنشاء بنية تحتية مستدامة للمركبات الفضائية (التصميم للتلاشي) للتقليل من عواقب عودة المركبات الفضائية إلى الغلاف الجوي وتسهيل التنبؤات بها، من أجل تحسين مستوى الأمان على الأرض.

وفي الفترة من ٧ إلى ١٠ أيار/مايو ٢٠١٩، استضافت إيطاليا، في مقر وكالة الفضاء الإيطالية، الاجتماع السنوي السابع والثلاثين للجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي. ولأول مرة منذ سنوات عديدة، كانت جميع وكالات الفضاء الثلاث عشرة مُمثلة، اعترافاً منها بالاهتمام المتزايد في جميع أنحاء العالم بمشكلة الحطام الفضائي وفي ضوء القواعد التنظيمية المقبلة لإدارة حركة المرور في الفضاء.

وساهم أكثر من ١٠٠ مشارك بفعالية في مناقشات الأفرقة العاملة بشأن مسائل تقنية متطورة، مثل وضع نظام لتصنيف الاستدامة الفضائية، ووضع استراتيجيات مبتكرة للتخلص من الأجسام ذات المدارات الأرضية المتوسطة، وإدارة المخاطر التي تشكلها التشكيلات الكبيرة، واستبانة الأهداف المحتملة لاستهدافها ببعثات إزالة نشيطة للحطام.

وحُدثت لأول مرة منذ ١٢ عاماً المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة، التي تقدم توصيات للمؤسسات الحكومية الوطنية والدولية بشأن سياسة الفضاء، وأُقر بضرورة وجود دورة اعتماد سريعة لمواجهة التحديات المتزايدة في إدارة حركة المرور الفضائية.

باكستان

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢٨ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

تشعر باكستان بقلق عميق إزاء مدى استدامة أنشطة الفضاء الخارجي، بالنظر إلى العدد المتزايد من الأجسام التي تطلق في المدار، والمخاطر المتوقعة وغير المتوقعة المرتبطة بهذه الممارسة، مثل زيادة خطر الاصطدام والتشويش على تشغيل الأجسام في الفضاء الخارجي. وهذه المسائل أكثر وضوحاً في المدار الأرضي المنخفض. ويلزم تنفيذ المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي، التي أعدتها اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، على الصعيدين الوطني والدولي، من خلال آليات وتدابير إدارية ملائمة.

وتقوم باكستان حالياً بتشغيل أربعة سواتل. وتتعهد سواتل الاتصالات ذات المدار الثابت بالنسبة للأرض بآليات ناجعة للصيانة والتحكم. وستُنقل من مدارها إلى مدار التخلص عند انتهاء مهمتها، وستتخذ تدابير الأمان اللازمة لتجنب تكوين حطام فضائي. ويعمل ساتلا الاستشعار عن بُعد الآخران، وهما PRSS-1 و PakTES-1A، في مدار أرضي منخفض، وستُنقذ على نحو صحيح البارامترات المدارية، ومناورات تخفيف الحطام وتفادي الاصطدام. وستُجرى أيضاً مناورات إنزال السواتل من المدار عند انتهاء فترة خدمة كل منها وفقاً للمبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي. ولم تستخدم باكستان أي مصادر للقدرة النووية في الفضاء الخارجي ولا تعتزم استخدامها في المستقبل.

وتُجرى بحوث متعلقة بالحطام الفضائي، لا سيما فيما يتعلق بتحليل الحطام الفضائي وتدابير التخفيف منه، وفقاً للمبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي. وبعد ثماني سنوات من

المفاوضات، اعتمدت المبادئ التوجيهية بشأن استدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد. وتعتبر باكستان هذا إنجازاً كبيراً وتأمل أن يحقق الفريق العامل المنشأ حديثاً لفترة مدتها ثلاث سنوات والمعني بالمبادئ التوجيهية أهدافه، وأن يسهم في أنشطة الفضاء مستقبلاً مساهمة كبيرة.

وفيما يتعلق بالأنشطة المتصلة بمراقبة الأجسام القريبة من الأرض، بدأ تنفيذ مشروع في نيسان/أبريل ٢٠١٩ لتركيب مقرب تزيد دقة الاستبانة به عن المقرب الموجود بثلاثة أضعاف (بفتحة قطرها ٥٠ سم مقابل فتحة قطرها ١٥ سم). هذا بالإضافة إلى المقارب الثلاثة القائمة البالغ قطرها ١٥ سم المُرَكَّبَة في سونمياني، باكستان. وسيساعد ذلك على توحيد الجداول الزمنية والتحكم التلقائي وسيعزز القدرة على مراقبة الأجسام الأصغر حجماً (الباهتة) في مدارات الأرض المنخفضة والمتوسطة والمدارات الثابتة بالنسبة إلى الأرض بدقة. ويتصل المرصد بالشبكة الدولية للإنذار بالكويكبات، بهدف رصد الكويكبات وفهرستها. وانضمت باكستان أيضاً إلى الفريق الاستشاري المعني بالتخطيط للبعثات الفضائية وهي تدعم خطة عمل الفريق الاستشاري لإعداد استجابة دولية لخطر ارتطام جسم قريب من الأرض من خلال التوثيق، ومن خلال تنفيذ تدابير وقائية.

وتعتقد باكستان أن الفضاء هو الحدود النهائية وأنه ينبغي لجميع الدول أن تتخذ جميع التدابير لتخفيف الحطام الفضائي. فهذه مسؤولية مشتركة تقع على عاتق جميع الدول التي تتراد الفضاء. إلا أن معايير وإجراءات الإزالة النشطة أو التدمير المتعمد للأجسام الفضائية، العاملة منها والمعطلة، تحتاج إلى مناقشة مستفيضة تحت رعاية الأمم المتحدة. وسيضمن ذلك فعالية التدابير ويكفل قبولها من جانب جميع الأطراف المعنية. والكثير من الحطام المداري الموجود في الفضاء الخارجي ناتج عن العمليات السابقة التي قامت بها دول كبرى تتراد الفضاء. وينبغي أن تقبل الدول الكبرى التي تتراد الفضاء المسؤولية الأخلاقية المتمثلة في مساعدة الدول التي تتراد الفضاء الأقل نمواً، تقنياً ومالياً على السواء، لضمان تخفيف الحطام الفضائي. عدا ذلك، لن تتمكن البلدان المستجدة في هذا المجال من المطالبة بحقها في الإقليم المشترك للبشرية، مما يتعارض مع قرارات الجمعية العامة.

وتؤمن باكستان بعدم تسليح الفضاء الخارجي ولديها مخاوف جدية بشأن نشر التكنولوجيات العسكرية المتقدمة ومصادر القدرة النووية التي تهدد أمن واستدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد. وباكستان ترى أن استخدام مصادر القدرة النووية على متن بعثات الفضاء السحيق يحتاج إلى مراجعة وينبغي أن يُقصر من خلال اتفاق دولي ملزم قانوناً على البعثات التي تتطلب أساساً مصدر طاقة نووية. وتعتقد باكستان أن هناك حاجة إلى معالجة الثغرات القائمة في القانون الدولي للفضاء بغية ضمان ألا يهدد أحد الأنشطة السلمية وتطبيقات تكنولوجيات الفضاء من أجل التنمية الاجتماعية والاقتصادية. وفي غياب صكوك قانونية قوية، يمكن للدول الأخرى أن تحذو حذوها. ووقعت باكستان والاتحاد الروسي بياناً مشتركاً بشأن "عدم البدء بوضع أسلحة في الفضاء الخارجي"، مما يجسد التزامنا المشترك بالامتناع عن التهديد باستعمال القوة أو استعمال القوة في أنشطة الفضاء الخارجي. وتشجع باكستان الدول الأخرى التي تتراد الفضاء وتتحلى بحس المسؤولية أن تقتدي بهذا المثال.

وما برحت باكستان تؤيد دائما الأخذ بنموذج يتوخى الأمان لتعزيز المساعي البشرية في الفضاء. وتسعى باكستان لحماية السوائل العاملة من الحطام الفضائي لما فيه مصلحة جميع الدول المشاركة في مشاريع فضائية.

سلوفاكيا

[الأصل: بالإنكليزية]

[٢١ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٩]

تقوم كلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية بجامعة كومينوس في براتيسلافا بتطوير وتحسين الأجهزة والبرامجيات الحاسوبية لمقرب نيوتن التابع لها الذي يبلغ قطره ٠,٧ متر، كأحد أنشطة خطة الدول الأوروبية المتعاونة التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية. والنظام مخصص لتتبع الحطام الفضائي والبحث في هذا المجال. وثمة نظام بلغ مرحلة التشغيل الكامل سيدعم أيضا جهود فهرسة الحطام الفضائي المبذولة في إطار وكالة الفضاء الأوروبية والاتحاد الأوروبي والدائرة الدولية للقياس بالليزر.

تطوير جهاز استشعار بصري سلوفاكي لدعم تتبع الحطام الفضائي باستخدام السوائل لقياس المسافات بالليزر وفهرسة الأجسام والبحث في هذا المجال

يعكف قسم علوم الفلك والفيزياء الفلكية، التابع لكلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية، على تطوير وتحسين الأجهزة والبرامجيات الحاسوبية لمقرب نيوتن التابع لها الذي يبلغ قطره ٠,٧ متر (AGO70)، في إطار خطة وكالة الفضاء الأوروبية للمشروع السلوفاكي. والهدف الأساسي هو استحداث أداة بحثية خاصة بالحطام الفضائي وجهاز استشعار للمراقبة والتتبع الفضائيين قادر على مراقبة الأجسام الكائنة في جميع المناطق المدارية، من المدارات الأرضية المنخفضة إلى المدارات المتزامنة مع الأرض. ويركز في المقام الأول نشاط خطة وكالة الفضاء الأوروبية الحالي، الذي يُنفذ بالتعاون مع القطاع الخاص السلوفاكي، والمعهد الفلكي التابع لجامعة برن (سويسرا)، والأكاديمية النمساوية للعلوم، والمحطة الساتلية لقياس المسافات باستخدام الليزر في غراتس (النمسا)، على تطوير روابط بين جهاز الاستشعار البصري السليبي لمقرب نيوتن (AGO70) وأجهزة الاستشعار النشطة لسوائل تحديد المسافات بالليزر.

فهرس عمومي لخصائص الدوران الظاهر للحطام الفضائي المستمدة من القياسات الضوئية

منذ عام ٢٠١٧، عكفت كلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية على جمع بيانات القياس الضوئي للأجسام غير النشطة، مثل المركبات الفضائية والمراحل العليا الموجودة في مدارات عالية. وهذه البيانات تُعالج على نحو علمي وتتاح لعامة الجمهور. وبحلول نهاية ٢٠١٩، كانت جامعة كومينوس قد جمعت أكثر من ٣٠٠ منحني ضوئي من أكثر من ٢٥٠ جسماً منفرداً. وتتاح المعلومات التي حُصل عليها، مثل فترة الدوران الظاهر وسعة منحني الضوء، للأوساط العلمية الأوسع نطاقاً لتناولها بمزيد من المعالجة.

تطبيق شبكة شُهَب كل السماء السلوفاكية لرصد أحداث العودة إلى الغلاف الجوي وتحديد خصائص الحطام بواسطة القياس الطيفي

تبحث كلية الرياضيات والفيزياء والمعلوماتية إمكانية استخدام كاميرات نظامها الآلي لمدارات الشُهَب في قياسات الحطام الفضائي العائد إلى الغلاف الجوي وتحديد خصائص أجسام الحطام من خلال التحليل الطيفي. ويُستخدَم هذا النظام لكشف الشُهَب آلياً، وتحديد مداراتها واستخراج الأطياف الكهرومغناطيسية الخاصة بها. وقد طورت جامعة كومينيوس، وتشغل الآن، ما مجموعه ١٤ آلة تصوير من كاميرات النظام الآلي لمدارات الشُهَب، توجد ٥ كاميرات منها في سلوفاكيا، و٣ كاميرات في جزر الكناري (إسبانيا)، و٣ كاميرات في شيلي، و٣ كاميرات في هاواي (الولايات المتحدة الأمريكية). ويمكن أن يدعم النظام نمذجة أحداث العودة برصد مسارات الشظايا في الغلاف الجوي وتحليل التحليل الطيفي لتلك الشظايا. ويمكنه أن يرصد أطيافاً انعكاسية من الوميض المرآوي، وهي معلومات تُستخدَم لتحديد خصائص سطح الحطام الفضائي الموجود في مدار أرضي منخفض.

ثالثاً - الردود الواردة من المنظمات الدولية

المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس

[الأصل: بالإنكليزية]

[٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٩]

معلومات أساسية عن المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس

تأسست المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس، أو الأيزو (ISO)، قبل ٧٢ عاماً لتعزيز الأخذ بمعايير موحدة في التجارة الدولية والاتصالات والصناعات التحويلية. والأيزو منظمة مستقلة غير حكومية تتألف من أعضاء من هيئات المعايير الوطنية في ١٦٣ بلداً. وتتولى هذه الهيئات تيسير وإدارة وضع المعايير لبلداتها. وبالعامل بالتعاون مع الأيزو وداخلها، تستبين الهيئات الوطنية الأطراف المعنية والخبراء في المجال، وتنسق مدخلات الأطراف المعنية، وتتلقى الطلبات المتعلقة بالمعايير الجديدة. والأيزو هي أكبر مطوّر للمعايير الدولية في العالم.

وتعد اللجنة التقنية ٢٠ للأيزو، التي أنشئت أيضاً عام ١٩٤٧، واحدة من أكثر لجان الأيزو التقنية نشاطاً في التوحيد القياسي الدولي. ومع وجود أكثر من ٦٠٠ معيار منشور طوّرت اللجنة في إطارها ككل وفي إطار لجائها الفرعية، تحظى اللجنة بوجود مُجدٍ ذي شأن في الصناعة الفضائية الجوية. وفي إطار اللجنة، توجد لجنتان فرعيتان معنيتان بوضع معايير الفضاء هما اللجنة الفرعية ١٣ واللجنة الفرعية ١٤:

(أ) تضع اللجنة الفرعية ١٣ معايير دولية لرسائل البيانات الفضائية. وهي تعادل وظيفياً اللجنة الاستشارية المعنية بنظم البيانات الفضائية، وتضم ١١ وكالة فضائية على مستوى العالم. وتتسم معايير رسائل البيانات الفضائية التي جمعها فريقها العامل المعني بالملاحظة بأهمية خاصة

لاستدامة أنشطة الفضاء الخارجي في الأمد البعيد. وبفضل المعايير التي يطورها الفريق العامل المعني بالملاحة التابع للجنة الفرعية، يُمكن تبادل البيانات الفضائية، من قبيل المعلومات المدارية، وبارامترات الاقتراب الشديد، وبيانات التتبع، وبيانات المسلك، وبيانات العودة إلى الغلاف الجوي، وبارامترات جهة تصويب أجهزة الاستشعار. ومعيار رسائل بيانات المدارية هو معيار اللجنة الفرعية ١٣ الأكثر تزيلاً من الإنترنت في الوقت الراهن؛

(ب) تضع اللجنة الفرعية ١٤ معايير تتضمن أفضل الممارسات للنظم والعمليات الفضائية. وتتصل جميع التخصصات التي تغطيها الأفرقة العاملة السبعة للجنة الفرعية بأمن الفضاء واستدامة أنشطة الفضاء في الأمد البعيد.

البحوث المتعلقة بالحطام الفضائي

تعتمد المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس اعتماداً كبيراً على خبراتها المتخصصة العالميين البالغ عددهم ١٠٠ ٠٠٠ خبير وعلى الأبحاث التي يقوم بها كثيرون لدعم استحداث وتطوير ما عدده ٢٢ ٠٠٠ من معاييرها الدولية المستخدمة. ويضم خبراء الأيزو المتخصصون أعضاء من اللجنة المشتركة بين الوكالات والمعنية بالحطام الفضائي (لجنة التنسيق المشتركة)، والمؤسسات الأكاديمية، والإدارات الفضائية الوطنية، والحكومات، وصناعة الفضاء المدنية والتجارية.

وبعد مدة قصيرة من نشر الطبعة الأولى من المبادئ التوجيهية لتخفيف الحطام الفضائي الصادرة عن لجنة التنسيق المشتركة، في عام ٢٠٠٢، أنشأت منظمة الأيزو فريقاً عاملاً لتحويل المبادئ التوجيهية وأفضل الممارسات المستمدة من لجنة التنسيق المشتركة والأمم المتحدة ومشغلي المركبات الفضائية والهيئات التنظيمية، إلى مجموعة شاملة من المعايير الدولية لتخفيف الحطام الفضائي.

أمان الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر قدرة نووية وخطر الاصطدام

فيما يتعلق بالأمان العام للطاقة النووية، اعتمدت منظمة الأيزو أكثر من ٢٠٠ معيار متعلق بالطاقة النووية^(١) وبعضها قد يكون مفيداً.

وإضافة إلى المتطلبات والمبادئ التوجيهية المتعلقة بتخفيف الحطام الفضائي (انظر الفرع التالي)، توجد معايير صادرة عن اللجنة الفرعية ١٤ تتناول المواضيع العامة لإدارة المخاطر والأمان، من بينها: المعيار ISO 31000، بشأن إدارة المخاطر؛ والمعيار ISO 11231، بشأن النظم الفضائية - تقييم المخاطر الاحتمالية؛ والمعيار ISO 14620، بشأن النظم الفضائية - متطلبات الأمان - الجزء ١: أمان النظام.

وتوجد أيضاً معايير صادرة عن اللجنة الفرعية ١٤ تتناول أمان الأجزاء والمواد (سلسلة المعايير ١٤٦٢٤، والمعيار ISO/TS 16697، بشأن أمان المواد وتوافقها؛ وسلسلة المعايير ٢٢٥٣٨، المتعلقة بأمان الأكسجين)، وتوجد أيضاً معايير جديدة قيد الإعداد حالياً داخل اللجنة الفرعية ستتناول إدارة حركة المرور في الفضاء (المعيار ٢٢٦٣٩، بشأن نظم الفضاء - مبادئ توجيهية

(١) انظر www.iso.org/search.html?q=nuclear&hPP=10&idx=all_en&p=0.

للتصميم بشأن تجميع عدة سواتل في مدارات ثابتة بالنسبة إلى الأرض؛ والمعيار ٢٤٣٣٠ بشأن النظم الفضائية - عمليات الالتقاء والتقارب).

وإضافة إلى ذلك، يشارك عدد من الخبراء المتخصصين في اللجنة الفرعية ١٤ بنشاط في دراسات الأمان على مستويات وكالات الفضاء، ولجنة التنسيق المشتركة وغيرها من الكيانات.

الطرائق المتبعة في تنفيذ المبادئ التوجيهية للتخفيف من الحطام الفضائي

تقدم النظم الفضائية فوائد اقتصادية واجتماعية هائلة في الوقت الحاضر، ولكن يجب أن نتوخى الحذر في حماية المنطقة الثمينة الكائنة حول الأرض للأجيال القادمة. وتسعى معايير تخفيف الحطام المداري، من قبيل تلك التي تطورها وتنشرها منظمة توحيد المقاييس، إلى الحفاظ على التوازن الدقيق بين الاحتياجات المتنافسة لصناعة الفضاء السريعة التغير وبين الحاجة إلى ضمان استدامة البيئة الفضائية. ونتيجة لذلك، من المرجح أن تستمر المعايير في التطور مع زيادة استخدامنا للفضاء ومع تزايد معرفتنا عن مجموع الحطام الفضائي.

ومنذ عام ٢٠١٠، أُصدر العديد من معايير اللجنة الفنية ٢٠/اللجنة الفرعية ١٤ التابعتين لمنظمة توحيد المقاييس، ذات الصلة بتخفيف الحطام الفضائي. واستُخدمت المعايير بالفعل لتوجيه عدد من البلدان في أنشطتها الفضائية، وهي تشكل الآن إسهاما هاما في الجهود العالمية المبذولة لمعالجة مشكلة الحطام الفضائي.

وبناءً على التعليقات الواردة من القائمين على الصناعة، تعكف اللجنة الفرعية ١٤ حاليا على تجميع هذه المعايير في مجموعة أصغر وأكثر اتساقاً من الوثائق. وتحدد معايير التنفيذ الداعمة، الواردة أدناه، الطرائق والوسائل الكفيلة بتحقيق الامتثال للمعيار ISO 24113.

الجدول

المعايير والتقارير التقنية

رقم الأيزو	تاريخ النشر	العنوان
١١٢٢٧	٢٠١٢	النظم الفضائية - إجراءات اختبار لتقييم المواد المقذوفة من المركبات الفضائية عند الارتطام الفائق السرعة
١٤٢٠٠	٢٠١٢	البيئة الفضائية (الطبيعية والاصطناعية) - دليل التنفيذ القائم على العمليات للنماذج البيئية للشهب والحطام (ارتفاعات مدارية أقل من المدار الثابت بالنسبة إلى الأرض + ٢٠٠٠ كم)
١٦١٢٦	٢٠١٤	النظم الفضائية - تقييم فرص بقاء المركبات الفضائية غير المأهولة في مواجهة الارتطام بالحطام الفضائي والشهب، لكفالة التخلص منها بنجاح بعد انتهاء المهمة
١٦١٢٧	٢٠١٤	النظم الفضائية - منع تفكك المركبات الفضائية غير المأهولة
TR/16158	٢٠١٣	النظم الفضائية - تبادلي الاصطدام بالأجسام المدارية

رقم الأيزو	تاريخ النشر	العنوان
١٦١٦٤	٢٠١٥	النظم الفضائية - التخلص من السوائل العاملة في مدار أرضي منخفض أو العابرة له
١٦٦٩٩	٢٠١٥	النظم الفضائية - التخلص من مراحل الإطلاق المدارية
TR/18146	٢٠١٥	النظم الفضائية - دليل التصميم والتشغيل من أجل تخفيف الحطام الفضائي للمركبات الفضائية
TR/20590	٢٠١٧	النظم الفضائية - دليل التصميم والتشغيل من أجل تخفيف الحطام الفضائي للمراحل المدارية لمركبات الإطلاق
٢٣٣٣٩	٢٠١٠	النظم الفضائية - المركبات الفضائية غير المأهولة - تقدير كتلة الوقود الداسر القابل للاستخدام
٢٤١١٣	٢٠١١	النظم الفضائية - متطلبات تخفيف الحطام الفضائي
٢٦٨٧٢	٢٠١٠	النظم الفضائية - التخلص من السوائل العاملة على ارتفاع متزامن مع الأرض
٢٧٨٥٢	٢٠١٦	النظم الفضائية - تقدير العمر المداري
٢٧٨٧٥	٢٠١٩	النظم الفضائية - إدارة مخاطر العودة إلى الغلاف الجوي للمركبات الفضائية غير المأهولة والمراحل المدارية لمركبات الإطلاق

وتجدر الإشارة بصفة خاصة إلى أن معيار ISO 24113^(٢) حُدث مؤخرًا في ٢٠١٩ لإدراج تغييرات ذات شأن في العديد من المتطلبات البالغة الأهمية المتعلقة بتخفيف الحطام الفضائي. فقد أصبحت هذه التحديتات ضرورية في مواجهة البيانات المتزايدة عن النمو المتوقع للحطام المداري في المناطق المحيطة من المدارات الأرضية المنخفضة والمدارات الساتلية الثابتة بالنسبة إلى الأرض. وعلى وجه الخصوص، أصبح شرط أن تتجاوز مركبة فضائية أو مرحلة مدارية عتبة محددة لبلوغ الاحتمالية المطلوبة للتخلص من نفسها بنجاح، أكثر صعوبة. ويتضح من دراسات بيئة الحطام الطويلة المدى أنه يجب الآن التخلص من الأجسام الفضائية بفرصة عالية جدًا من النجاح أثناء مرحلة ما بعد انتهاء مهمتها. والاعتماد السالح من جانب مصنعي المركبات الفضائية ومشغليها لتدابير كهذه ينبغي أن يقطع شوطاً طويلاً نحو تخفيف نمو الحطام المداري.

الجامعة الدولية للفضاء

[الأصل: بالإنكليزية]

[١٧ تموز/يوليه ٢٠١٩]

فيما يلي قائمة بأحدث تقارير مشاريع أفرقة طلاب جامعة الفضاء الدولية المتعلقة بموضوع الحطام الفضائي. وتُوفّر روابط إلكترونية لسجل المكتبة المقابل لكل منها، حيث يتوفر ملخص تنفيذي والتقرير الكامل بتنسيق PDF.

(٢) متاح على الرابط التالي: www.iso.org/standard/72383.html

الإزالة والتخفيف النشطان للحطام

في السنوات الأخيرة، ما برح عدد السواتل التي أطلقت في المدار في تزايد مستمر. وفي حالة النجاح التجاري لمفاهيم جديدة، مثل التشكيلات الضخمة في المدارات الأرضية المنخفضة، سيزداد كذلك عدد السواتل التي تطلق سنوياً. وفي حالة عدم وجود أنشطة مخصصة للتخفيف أو الإصلاح، قد يصبح التشغيل الآمن للمركبات الفضائية في هذه المدارات مستحيلاً في المستقبل القريب. ويهدف هذا المشروع إلى تنظيف الفضاء المداري على نحو مراعى للبيئة على الأرض. وتستند هذه الأهداف إلى مبادرة الفضاء النظيف التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية.

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=10462

الحطام الفضائي

أصبحت البيئة المدارية للأرض ملوثة بحطام فضائي من صنع الإنسان. والهدف من هذا التقرير هو اقتراح سبيل للمضي قدماً يتناول هذه الجوانب من خلال التوصية بحل تقني مفضل، واقتراح أطر سياسية وقانونية ومالية معدلة أو جديدة. ويلخص التقرير هذه المقترحات في خريطة طريق متعددة السنوات.

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=8414

إدارة حركة المرور الفضائية

لم يعد الفضاء هو الفراغ الهائل الذي كانه وقت ميلاد عصر الفضاء في ١٩٥٧. وأصبحت المدارات مزدحمة نتيجة لزيادة عدد الأجسام الموجودة في الفضاء - وهي السواتل العاملة، والأهم من ذلك، الحطام الفضائي المداري، على السواء. وعلاوة على ذلك، في الوقت الحالي، لا يمكن إزالة الحطام من المدارات من الناحية التكنولوجية.

ويركز هذا التقرير على قواعد حركة المرور في الفضاء التي يمكنها أن تقلل من احتمال تكون الحطام الذي يسبب الاصطدامات، ومن ثم تمكن النشاط الفضائي من الاستمرار في الزيادة على نحو أكثر كفاءة لجميع الجهات الفاعلة. ويستخدم التقرير الدراسة الكونية عن إدارة حركة المرور في الفضاء الصادرة عن الأكاديمية الدولية للملاحة الفضائية كنقطة انطلاق، ويتناول العديد من التوصيات الرئيسية الواردة فيها.

https://isulibrary.isunet.edu/index.php?lvl=notice_display&id=311