



الجمعية العمومية – الدورة الثانية والأربعون

اللجنة الفنية

البند ٢٤ من جدول الأعمال: المبادرات ذات الأولوية في مجالي السلامة الجوية والملاحة الجوية

رصد وتحليل التداخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة

بالأقمار الصناعية في الوقت الفعلي لتعزيز السلامة الجوية

(ورقة مقدّمة من الصين)

الموجز التنفيذي

يؤكّد النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية بنية مرنة ودقيقة لتحديد المواقع في مجال الطيران الحديث، مما ييسر الملاحة الجوية الدقيقة والتتبع في الوقت الفعلي وتعزيز الوعي بالحالة بما يدعم سلامة وفعالية العمليات.

ومع تزايد اعتماد الطيران العالمي على إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، تتزايد في الوقت نفسه المخاوف بشأن التداخل مع الترددات اللاسلكية لهذا النظام، وعلى وجه الخصوص مخاطر السلامة التي يطرحها التشويش والتضليل. وإلى جانب التدابير الاحترازية سواء الحالية والتي يجري العمل على إعدادها للتصدي للتداخل مع ترددات النظام، فإن تنفيذ نظام يتيح رصد وتحليل النظام العالمي في الوقت الفعلي يوفر فوائد إضافية. فمن شأن نظام من هذا القبيل أن يعزز بشكل كبير الوعي بالوضع العام وأن يساهم في الوقت ذاته بفعالية في ضمان السلامة الجوية وتحسين الكفاءة التشغيلية.

الإجراء: الجمعية العمومية مدعوة إلى:

أ) الإحاطة علماً بالمعلومات الواردة في هذه الورقة؛

ب) الإقرار بفوائد تطوير نظم في الوقت الفعلي لرصد وتحليل النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية؛

ج) دعوة الدول لتبادل ما لديها من تجارب وما واجهته من تحديات في مجال كشف ورصد التداخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية.

تتعلق ورقة العمل هذه بالغاية الاستراتيجية "ضمان السلامة والأمن لكل رحلة جوية".

الأهداف
الاستراتيجية:

¹ قدمت الصين النسختين الإنجليزية والصينية من هذه الوثيقة

الآثار المالية:	من المتوقع أن تنفذ أنشطة الإيكاو المشار إليها في هذه الورقة في حدود الموارد المتاحة في الميزانية العادية للفترة ٢٠٢٦-٢٠٢٨ و/أو من المساهمات الخارجة عن الميزانية وفقاً لخطة أعمال الإيكاو للفترة ٢٠٢٦-٢٠٢٨.
المراجع:	الملحق العاشر — اتصالات الطيران، المجلد الأول — المساعدات الملاحية اللاسلكية الوثيقة Doc 9849 — "دليل النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية".

١ - المقدمة

١-١ شهد النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية تطوراً بحيث أصبح يشكل بنية قوية ومتعددة الاستخدامات لتحديد المواقع، مما يوفر المرونة والدقة في ملاحة الطيران.

٢-١ ففيما يتعلق بالملاحة الجوية، تعتمد نظم متعددة، مثل نظام تقويم الإشارات على متن الطائرات (ABAS) ونظام تقويم الإشارات بالنظم الأرضية (GBAS) ونظام تقويم الإشارات بالأقمار الصناعية (SBAS)، على هذا النظام في الملاحة والهبوط. وعلاوة على ذلك، تستخدم ملاحة المنطقة (RNAV) والأداء الملاحي المطلوب (RNP) هذا النظام لتحسين الكفاءة في اختيار الطرق الجوية. وفيما يتعلق بالاستطلاع، تعتمد إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي (ADS-B) على هذه النظام لتمكين تتبع مواقع الطائرات في الوقت الفعلي. وتؤدي هذه الأنظمة معاً دوراً مهماً في ضمان سلامة وفعالية الملاحة الجوية.

٣-١ أما فيما يتعلق بعمليات الطيران، فتعتمد العديد من الأنظمة الموجودة على متن الطائرة، مثل نظام التحذير لتفادي التضاريس (TAWS) والنظام المعزز للتحذير من الاقتراب من الأرض (EGPWS)، على صحة بيانات تحديد المواقع للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية. فإذا كانت إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية مختلة أو غير دقيقة، فقد يؤدي ذلك إلى إصدار تحذيرات أو تنبيهات خاطئة في مقصورة القيادة، أو على العكس من ذلك، إلى العجز عن إصدار إنذارات فعلية بسبب عدم دقة تحديد موقع الطائرة، مما قد يعرض سلامة الرحلة الجوية للخطر.

٤-١ وبمرور الزمن، ومع تزايد الاعتماد، في الملاحة الجوية، على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، أصبح توافر إشارات هذا النظام وسلامتها من العوامل الرئيسية التي تساهم في تعزيز السلامة الطيران وكفاءته.

٢ - التدابير الاحترازية الحالية والتي يجري العمل على إعدادها فيما يتعلق بالتداخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

١-٢ أصبح الوضع الحالي فيما يتعلق بالتداخل مع ترددات اللاسلكية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، خاصة في ظل تزايد أحداث التشويش والتضليل، يشكل مصدر قلق دولي بشأن السلامة الجوية. ويشكل التضليل خطراً كبيراً بشكل خاص، حيث يمكن أن يؤدي إلى إرباك الطيارين ومراقبي الحركة الجوية جراء عدم صحة بيانات تحديد المواقع، مما يعرض سلامة الطيران وكفاءته التشغيلية للخطر. ويجري حالياً تطوير تدابير احترازية لضمان سلامة الملاحة الجوية.

٢-٢ التدابير الاحترازية القائمة

١-٢-٢ يشمل تأمين قدرات ملاحية قوية توفير وسائل المساعدات الملاحية الأرضية التقليدية، مثل المنارات اللاسلكية متعددة الاتجاهات التي تعمل على الترددات العالية جداً /أجهزة قياس المسافات (VOR/DME) ونظام الهبوط الآلي (ILS)، التي توفر مصادر بديلة للتوجيه الملاحي عند فقدان إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية في الطائرة.

٢-٢-٢ وفي مرحلة تخطيط الرحلات الجوية، تُعدّ إعلانات الطيارين الوسيلة الأساسية لنشر المعلومات المتعلقة بأي تدخل معروف أو مشتبه به مع هذا النظام. ويجري الإبلاغ فوراً عن أي تدخل في الوقت الفعلي مع هذا النظام أثناء التحليق لضمان الوعي التشغيلي الفوري بالحالة للمستخدمين الآخرين في المجال الجوي فيما يتعلق بهذه المعلومات المهمة للسلامة.

٣-٢-٢ ومن الضروري أن يكون هناك تعاون بين الأطراف المعنية، بما يشمل سلطات الطيران ومقدمي خدمات الملاحة الجوية وشركات الطيران ومصنعي إلكترونيات الطيران وغيرهم، فيما يتعلق بتقاسم الاستراتيجيات الجارية لإدارة التدخل مع النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية بغية الحفاظ على سلامة الملاحة والسلامة في البيئة التشغيلية القائمة.

٣-٢ التدابير الاحترازية طويلة الأجل

١-٣-٢ يجري العمل حالياً على تحسين أداء وموثوقية النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية من خلال استخدام أجهزة الاستقبال مزدوجة الترددات ومتعدد الكوكبات (DFMC) وأجهزة الاستقبال متعددة الترددات ومتعددة الكوكبات (MFMC). وفي الوقت نفسه، فإن وضع الحدود الدنيا لمواصفات الأداء التشغيلي (MOPS) الخاصة بالنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية وتفتيحها بصفة مستمرة يكفلان أن تفي أجهزة الاستقبال هذه بالمتطلبات الصارمة فيما يخص الأداء وقابلية التشغيل البيني والسلامة بما يحقق الفعالية في عمليات الطيران.

٢-٣-٢ ويضمن تنفيذ البروتوكولات المشفرة للتحقق من الصحة، مثل التحقق من صحة الرسائل الملاحية (NMA)، إمكانية تحقق أجهزة الاستقبال من صحة الإشارات المستلمة.

٤-٢ الصعوبات فيما يخص كشف التدخل مع الترددات اللاسلكية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

ورصدها

١-٤-٢ في الوقت الذي يجري فيه إعداد هذه التدابير الاحترازية على المدى الطويل، من الأهمية بمكان ضمان وعي الطيارين ومراقبي الحركة الجوية على حد سواء بالوضع العام بمجرد حدوث تدخل مع الترددات اللاسلكية الخاصة بهذا النظام، باعتبار أن هذا يمثل الاستراتيجية الأساسية للتخفيف من حدة التدخل. إلا أن الحصول على المعلومات بشأن حدث كهذا ومن ثم نشرها بطريقة فعالة يطرح تحديات كبيرة، مما يجعل من الصعب تقييم المشاكل المحتملة في الوقت المناسب ومعالجتها بكفاءة.

٢-٤-٢ قصور إمكانات محطات الرصد اللاسلكي الأرضية التقليدية

١-٢-٤-٢ تعمل المحطات الأرضية والمحطات الجوية في بيئات مختلفة تماماً. فالمحطات الأرضية غالباً ما تجد صعوبة في فهم الأوضاع على ارتفاعات عالية، مما يجعل من الصعب إجراء تقييم دقيق للتدخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية التي تؤثر على العمليات على متن الطائرة. وإلى جانب ذلك، قد تؤدي التضاريس والكثافة المحدودة لمحطات الرصد الأرضية إلى وجود نقاط لانعدام الرؤية، مما يقلل من قدرة الكشف الإجمالية ويعيق الرصد الفعال للظروف الديناميكية على متن الطائرة.

٣-٤-٢ قصور إمكانات الإبلاغ اليدوي عن التدخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

٤-٤-٢ قد يؤدي الاعتماد على التقارير اليدوية إلى التأخر في نشر المعلومات. ففي أثناء حدوث تدخل في النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، قد يكون الطيارون مشغولين بالتحقق من عدم تأثر سلامة الطيران، مما قد يخلق فجوة زمنية بين حدوث التدخل وإبلاغ الجهات المعنية.

٢-٤-٥ والأنظمة المحمولة على متن الطائرة غير مصممة في الوقت الحالي لتوفير معلومات عن التداخل مع ترددات هذا النظام. وحتى في حالة توافر هذه المعلومات، فإن التحديات في التواصل والتنسيق يمكن أن تعيق تقاسمها بصفة فعالة. وعلى نفس المنوال، يجب أيضاً تعزيز إجراءات مراقبة الحركة الجوية الحالية بما يتيح توفير إرشادات منتظمة للمراقبين الجويين بشأن الإبلاغ عن أحداث التداخل والاستجابة لها.

٣- تعزيز كشف ورصد التداخل مع الترددات اللاسلكية في النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

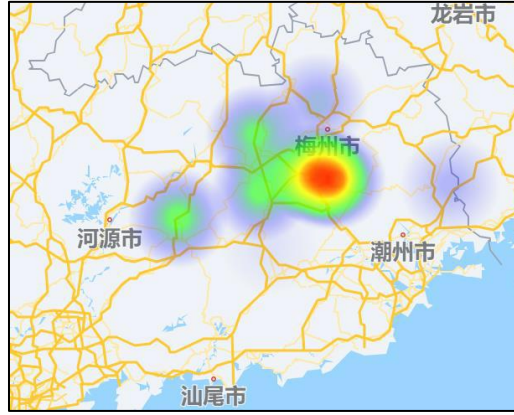
٣-١ تتبع التحديات في الكشف عن التداخل مع ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية من تأخر ومحدودية المعلومات التي ترد في التقارير، مما يبرز الحاجة إلى أنظمة وتقنيات آلية قادرة على مراقبة وكشف التداخل في الوقت الفعلي. ذلك أن تنفيذ نظام رصد وتحليل النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية مفيد في تقليل الاعتماد على التقارير اليدوية، وتزويد الطيارين ومراقبي الحركة الجوية في الوقت المناسب بمعلومات بالغة الأهمية للسلامة بغية تعزيز السلامة والكفاءة العامة في عمليات الطيران.

٣-٢ فإذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي هي عبارة عن تقنية مراقبة تعتمد على إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية وإلكترونيات الطيران على متن الطائرة لتحديد موقع الطائرة. وهذه التقنية تبتث موقع الطائرة، إلى جانب معلومات تتعلق بسلامة الإشارات الصادرة عن النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية المستمدة من إلكترونيات الطيران الموجودة على متن الطائرة، لمراقبة الطائرة من خلال أجهزة الاستقبال الأرضية لإذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي. ولهذا، يمكن لنظام مراقبة وتحليل النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، بالاستفادة من إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي في الوقت الحقيقي، أن يراقب باستمرار سلامة إشارات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية دون الاعتماد على الإبلاغ اليدوي.

٣-٣ وبالإضافة إلى ذلك، يتيح دمج إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي وبيانات الرادار إمكانية الرصد في الوقت الفعلي لتحركات الطائرات، مما يتيح التحديد السريع لأي أنماط غير عادية أو تحركات غير طبيعية للطائرات، إلى جانب الكشف عن أي تناقضات قد تشير إلى احتمال حدوث حالة تضليل.

٣-٤ ويجب أن يكون نظام الرصد والتحليل في الوقت الفعلي الخاص بالنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية قادراً على توليد وعرض خريطة شدة للتداخل، مما يتيح تمثيلاً مرئياً للمناطق المتأثرة. ويتيح هذا الرصد في الوقت الفعلي إمكانية إرسال تنبيهات وإشعارات في الوقت المناسب لمستخدمي المجال الجوي المعنيين، مما يسهل اتخاذ تدابير استباقية للتخفيف من مشاكل التداخل. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يساعد النظام في تحديد المناطق التي يحتمل أن توجد فيها مصادر التشويش، بما يدعم الاستراتيجيات الفعالة لتحديد مصادر التشويش وإزالتها وتعزيز سلامة المجال الجوي وموثوقيته بشكل عام.

٣-٥ في عام ٢٠٢٤، تم استحداث نظام مراقبة وتحليل خاص بالنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية، بالاستفادة من تقنية إذاعة الاستطلاع التابع للتلقائي، وتم استخدامه تجريبياً في الصين (انظر الشكل ١ أدناه). وكان أداء هذا النظام وإعداداً مقارنة بمحطات الرصد اللاسلكي الأرضية التقليدية. ذلك أن بمقدور النظام مراقبة التداخل المحتمل مع الترددات اللاسلكية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية بشكل مستقل والكشف عنها في الوقت الفعلي، مما يوفر معلومات مفيدة وفي الوقت المناسب للسلطات المعنية بالاتصالات اللاسلكية بما يمكنها من تحديد مصدر التداخل وإزالته.



الشكل ١ - خريطة شدة التداخل مع الترددات اللاسلكية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية

٤ - الخلاصة

٤-١ إن تطبيق نظام لرصد وتحليل ترددات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية في الوقت الفعلي، استناداً إلى تقنية إذاعة الاستطلاع التابع للتقائي، يكفل السلامة الجوية ويعزز الكفاءة التشغيلية في الوقت ذاته، خاصة بالنظر إلى أنه يجري العمل باستمرار على وضع حلول طويلة الأجل للتداخل مع الترددات اللاسلكية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية وأنظمة إلكترونيات الطيران. فالرصد المستمر وفي الوقت الفعلي يتيح الكشف السريع عن الحالات الشاذة، مما يدعم اتخاذ القرارات السريعة والإجراءات التصحيحية للتخفيف من حدة التداخل، وبالتالي المساهمة في تأمين بيئة كهرومغناطيسية آمنة وموثوقة للطيران.

— انتهى —