AN-Conf/13-WP/153[1]
24/9/18

منظمة الطيران المدني الدولي

ورقة عمل

المؤتمر الثالث عشر للملاحة الجوية

مونتريال – كندا، من ٩ إلى ٢٠١٨/١٠/١٩

اللجنة (أ)

البند ٢ من جدول الأعمال : تمكين النظام العالمي للملاحة الجوية بالأقمار الصناعية (GNSS)
البند الفرعي ٢-٢ : الاستراتيجية المتكاملة الخاصة بالاتصالات والملاحة والاستطلاع وطيف الترددات

الوضع الراهن وتطوّر كوكبة "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) للمساعدة على إقامة نظام عالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) متعدد النُظم

(ورقة مُقدَّمة من الاتحاد الروسي)

الموجز التنفيذي

تناقش هذه الورقة الوضع القائم لكوكبة "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GLONASS) في الاتحاد الروسي وتقدّم عدة جوانب تتعلق بتطوير ذلك واستخدامه في المستقبل في إطار "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) وذلك للانتقال إلى استخدام الخدمات المتعددة الترددات والمتعددة الكوكبات (MFMC) لتحقيق سلامة وكفاءة الرحلات في مجال الطيران المدني الدولي.

وعلى المدى الطويل، يُتوقع أن تكون معايير إلكترونيات الطيران متاحةً بما يمكّن من استخدام جميع عناصر وإشارات "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS).

الإجراء: يُرجى من المؤتمر القيام بما يلي:

أ) أن يحيط علماً بمحتويات ورقة العمل هذه؛

ب) أن يدعّم التوصية رقم X/٢-٢ من الورقة AN-Conf/13-WP/15 "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS)؛

ج) أن يطلب من الإيكاو المضي في معالجة القضايا التنظيمية الدولية المرتبطة باستخدام عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) وإدماج البند الخاص بإعداد القواعد والتوصيات الدولية (SARPs) للعناصر والكوكبات الجديدة في برنامج عمل الإيكاو، وذلك من أجل تعزيز سلامة وكفاءة الطيران الدولي.

١- المقدمة

١-١ خلال نظر مؤتمر الملاحة الجوية الثاني عشر (مونتريال، ١٩-٢٠١٢/١١/٣٠) في تطوّر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS)، لا سيما الوضع القائم للنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) و"النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS)، أحاط علماً بأن هذين النظامين قد عُرِضا على المجتمع الدولي دون دفع رسوم

[1] قدّم الاتحاد الروسي النسخة الروسية.

مباشرة على الانتفاع وأقرّ بأن "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) يشكل أداة ذات جدوى عالمية يمكن أن تنطوي على العديد من التطبيقات القيّمة وينبغي تقديم خدمات نظام "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) الأساسية دون دفع رسوم مباشرة على الانتفاع. كما أن استخدام الإشارات المرسلة من الكوكبات المتعدّدة (MF) في نطاقات الترّددات المتعددة (MF) قد يؤدي الآن إلى إدخال تحسينات أكبر في الأداء الفني في مجال الملاحة وتحقيق منافع هامة على مستوى التشغيل.

١-٢ وتناقش ورقة العمل هذه الاستخدام المتكامل لعدة كوكبات رئيسية (أو جميعها) والتي تُرسل الإشارات في أطياف متعددة الترددات في إطار الطيران المحمي (المتعدد الترددات والمتعدد الكوكبات (MFMC)). غير أن ذلك لا يحول دون إيجاد حلول على أساس البدء باستخدام عدة كوكبات في نطاقين للترددات (مزدوجة الترددات ومتعددة الكوكبات (DFMC)) وحتى بث كوكبة واحدة ضمن نطاقين للتردّدات (مزدوجة الكوكبات وأحادية الترددات (DFSC)) أو إشارة تردد أحادية الترددات من عدة كوكبات رئيسية (أحادية الكوكبات ومتعددة الترددات (SFMC)).

٢- الوضع القائم لكوكبة "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية"

١-٢ تشكيلة كوكبة "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية"

١-١-٢ على مدى السنوات القليلة الماضية، تم الحفاظ على كوكبة "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) ضمن تشكيلة إسمية تتكون من ٢٤ من الأقمار الصناعية وقد تم تحديثها بشكل كبير. واعتباراً من ٢٠١٨/٦/٢٤، كان "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" يتكون من ٢٤ من الأقمار الصناعية تُستخدم في أغراضها المقصودة. وتجدر الإشارة إلى أن ٢٣ من هذه الأقمار الصناعية تندرج ضمن فئة "المركبات الفضائية من الجيل الثاني" (GLONASS-M) وواحدة من الجيل الثالث (GLONASS-K).

٢-١-٢ وسيتم إطلاق المزيد من مركبات "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) على النحو المطلوب للاستعاضة عن الأقمار الصناعية التي أصيبت بأعطال أو وصلت إلى نهاية فترة خدمتها. ويتكون احتياطي عمليات الإطلاق في المستقبل من ٥ أقمار صناعية من فئة "GLONASS-Ms" المحسّنة تم تصنيعها ويجري حالياً تخزينها (بالإضافة إلى بث إشارات وفقا لنظام تقسيم الترددات ضمن نطاق الترددات L1، كما أن القمر الصناعي من فئة "GLONASS-M" المحسّنة يبث إشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز ضمن نطاق الترددات L3). ومن شأن إطلاق النظام من فئة "GLONASS-MS" المحسّنة أن يساعد على الانتقال بخطى أسرع إلى الإشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3 بعد إطلاق هذه الأقمار الصناعية الخمسة، فإن أي إضافات أخرى إلى المجموعة ستكون من فئة "GLONASS Ks". وانطلاقاً من رقم تسلسلي معيّن، سترسل إشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L1، إضافة إلى إرسال إشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3. وبالفعل، يوجد حالياً في المدار نظامان مُحسّنان من فئة "GLONASS-Ms" يرسلان إشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3 في المدار (أول نظام من فئة "GLONASS-M" المحسّنة والمزوّد بجهاز لإرسال الإشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3 تم إطلاقه وبدأ تشغيله في منتصف عام ٢٠١٤ وبدأ تشغيل نظام آخر في ٢٠١٨/٦/١٧ ويجري الآن دمجه في النظام). وهناك نظام من فئة "GLONASS-K" يبثّ أيضاً إشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3. ويتم تحقيق التوافق الرجعي لنُظم الأقمار الصناعية الجديدة، بالرغم من إدخال الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA)، من خلال الحفاظ على الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الترددات (FDMA) ضمن نطاق الترددات L1 والنطاق L2 بالإضافة إلى بث الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L1 ونطاق الترددات L3.

٢-٢ الأداء الحالي لنظام الملاحة الجوية بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS)

٢-٢-١ يجري تقييم المعايير الحالية للأداء التشغيلي في إطار "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) بشكل روتيني وعرض النتائج على الإيكاو للتأكّد من الامتثال للقواعد والتوصيات الدولية (SARPs) الصادرة عن الإيكاو. وفي الوقت الحاضر، فإن متوسط دقة المسافة للكوكبة يبلغ ١,٤ متر. أما معل احتمال حدوث فشل أعطال رئيسية في الخدمة، حيث ستُدرج المتطلبات في القواعد والتوصيات الدولية (SARPs)، فيبلغ ٦×١٠$^{-٥}$ استناداً إلى البيانات المتاحة في أواخر عام ٢٠١٧.

٢-٣ التجربة الإيجابية للمشغلين الروس في استخدام أجهزة الاستقبال المدمجة للنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS)

٢-٣-١ يعتبر "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) نظام ملاحة قائم بذاته يمتثل للقواعد والتوصيات الدولية الصادرة عن الإيكاو. غير أن الطيران المدني الروسي غالباً ما يستخدم "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) بالتزامن مع "النظام العالمي لتحديد الموقع" (GPS)، من خلال الاستعانة بأجهزة الاستقبال المدمجة للنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) التي أعدتها أوساط الطيران الروسية امتثالاً للقواعد القياسية الوطنية. ويوجد حالياً أكثر من ٦٠٠ طائرة من الطائرات الروسية المزودة بأجهزة الاستقبال المحمولة جوّا للنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS). وقد أظهرت التجربة المكتسبة من استخدام أجهزة الاستقبال هذه في مجال الملاحة وجود تحسينات على مستوى التأهّب واستمرارية الخدمة وموثوقيتها، لا سيما عند حدوث تشويش يعوق الاستقبال الثابت للإشارات الملاحية للنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) و/أو النظام العالمي لتحديد الموقع (GPS).

٢-٣-٢ وقد أدّت التحسينات في المعايير المذكورة أعلاه إلى تعزيز إمكانات الملاحة الرأسية (VNAV) خلال العمليات أثناء الطريق وبالقرب من المطارات، بما في ذلك إجراءات الاقتراب بالإرشاد الرأسي (LNAV/VNAV) دون استخدام تقويم الإشارات بالنظم الأرضية أو بالأقمار الصناعية. كما يُسهم الاستخدام المتزامن لكوكبتين اثنين في الحدّ من تأثير بعض الأعطال الفنية على قدرتها الجماعية على العمل. فمثلاً، خلال تعطّل "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) في أبريل ٢٠١٤ وتعطّل النظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) في فبراير ٢٠١٦، فإن المعدات المدمجة والمحمولة جوّاً للنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) ظلت تعمل ولم تُسجّل أي حالات انقطاع في تحديد موقع الطائرة.

٢-٣-٣ وفي عام ٢٠١٧، أكملت اللجنة الفنية اللاسلكية للطيران (RTCA) إعداد ونشر المعيار الخاص بقطاع الطيران DO-368 (MOPS) "الحدود الدنيا لمواصفات الأداء التشغيلي من أجل النظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) والنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) (FDMA + antenna) مع الاعتماد فقط على المعدات المحمولة جواً ضمن النطاق L1". وهو ما يتيح إمكانية إيجاد حلّ في مجال الملاحة يقوم على نظام مزدوج على متن الطائرات من جانب شركات التصنيع الأجنبية وكذلك الاستفادة من مزاياها دون الاضطرار إلى انتظار اكتمال عمليتي التوحيد القياسي والتنفيذ لإيجاد حلول تقوم على ازدواجية الترددات وتعدد الكوكبات. كما أن معدات النظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) والنظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية (GLONASS) التي تم تشغيلها بنجاح على متن الطائرات الروسية يمكن استخدامها وبالتالي تقليص ما يُنفق من وقت وأموال على المعدات.

٣- تطوّر "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) في إطار "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) المتعدد الترددات والمتعدد الكوكبات (MFMC)

٣-١ يَتوخى مفهوم النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية المتعدّد الترددات والمتعدد الكوكبات (MFMC GNSS) استخدام الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) كأساس للتشغيل البيني الفعال وتوافق الكوكبات والإشارات التي تتألف منها. وتهدف الخطة إلى أن تبث جميع الأقمار الصناعية لكوكبة "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS) إشارة وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L3 بحلول عام ٢٠٢١ إلى جانب الإشارة وفقاً لنظام تقسيم الترددات (FDMA) ضمن نطاقي الترددات L1 وL2. كما سيتم في وقت لاحق بث الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) ضمن نطاق الترددات L1، وذلك بصورة مؤقتة بحلول عام ٢٠٢٨.

٣-٢ وتمت الموافقة على "وثائق المراقبة التفاعلية" (ICDs) لإشارات "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GLONASS) وفقاً لنظام تقسيم الرموز في عام ٢٠١٦ وإتاحتها أيضاً باللغة الإنجليزية اعتباراً من أكتوبر ٢٠١٧. وتم استخدام هذه الوثائق بعد ذلك كأساس لعملية إعداد ثم اعتماد التغييرات التي أدخلت على القواعد والتوصيات الدولية (SARPs) للإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز في إطار "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS CDMA). وفي إطار خريطة الطريق الخاصة بوضع القواعد والتوصيات الدولية حتى عام ٢٠٢٠، يتعين إكمال القواعد والتوصيات الدولية لجميع العناصر الجديدة من الكوكبات الرئيسية، بما في ذلك الإشارات وفقا لنظام تقسيم الرموز في إطار "النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS CDMA) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS) ضمن نطاق الترددات L5 وكذلك لنظام جاليليو (Galileo) ونظام بيدو (BeiDou).

٣-٣ وفي الوقت الراهن، بذُلت بالفعل جهودٌ لتحقيق الهدف الطويل الأجل المتمثل في دمج جميع عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) في جهاز للاستقبال. وتم التأكد من عدم حدوث زيادة كبيرة على مستوى التعقيد أو التكلفة اللازمة لعملية وضع معدات قادرة على استقبال جميع إشارات "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) في المستقبل وذلك بفضل عدة نماذج أولية وهوائيات في مجال الملاحة للمستخدمين في أغراض الطيران.

٣-٤ ويُتوقع أن تمكّن القواعد القياسية لإلكترونيات الطيران، على المدى الطويل، من استخدام جميع عناصر وإشارات "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) على أساس الترددات المتعددة والكوكبات المتعددة (MFMC). وفي ظل تطوّر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)، يجب تحديث القواعد والتوصيات الدولية (SARPs) الصادرة عن الإيكاو والقواعد القياسية المرتبطة بقطاع الطيران بحيث تنطبق على جميع عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS).

٤- النُهُوج المتبعة لتطبيق جميع عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) على المدى الطويل

٤-١ ستقوم الولايات المتحدة ("النظام العالمي لتحديد الموقع" (GPS)) والاتحاد الروسي ("النظام العالمي للملاحة بواسطة الأقمار الصناعية" (GLONASS)) وأوروبا (نظام جاليليو (Galileo)) والصين (نظام بيدو (BeiDou)) في المستقبل القريب بتشغيل كوكبات "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) التي تبثّ إشارة مزدوجة الترددات. ويجري الآن توزيع "نظام تقويم الإشارات بالأقمار الصناعية" و"نظام تقويم الإشارات بالنظم الأرضية" (SBAS/GBAS). وفي ظلّ هذه الحقائق، لابدّ أن للإيكاو أن العمل بفعالية، وذلك بالتنسيق الوثيق مع المنظمات المعنية، لإعداد القواعد القياسية وفقاً للمبادئ والنهوج المنصوص عليها في مفهوم العمليات التي نُشرت مؤخراً للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية المزدوج الترددات والمتعدد الكوكبات (DFMC GNSS).

٤-٢ ولتطبيق نتائج الإيكاو على أرض الواقع والاستفادة بفعالية من القدرة التشغيلية لمجالات الملاحة الراديوية التي يتم استحداثها لابدّ أن يواصل قطاع الطيران توحيد واعتماد ما يلائم من معدات الطيران التي لديها القدرة على معالجة الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) من جميع الكوكبات واختيار أكثر توليفات الكوكبات فعاليةً من حيث الأداء والسلامة. ويمكن أن يؤدي اختيار عدد محدود من الكوكبات لتحقيق التوحيد القياسي لقطاع الطيران إلى مهام غير مستصوبة لاستخدام عناصر محدّدة من "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) وكذلك زيادة في التكاليف اللازمة لتجديد الطائرات في إطار عملية تنفيذ على مراحل لأجهزة الاستقبال المتعددة النُظم مع مختلف توليفات النظم.

٤-٣ ولابد للإيكاو أن تضاعف جهودها لزيادة وعي جميع الدول بالهدف طويل الأجل المنصوص عليه في مفهوم العمليات، لا سيما الجوانب المرتبطة بالقيود التي ينطوي عليها استخدام عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" والتي قد تُخلّف آثاراً سلبية على سلامة الطيران، لأنها تجعل من المستحيل الاستفادة من مزايا سلامة الطيران التي تتحقق من استخدام هذه العناصر. وفي هذا الصدد، سيكون الوقت مناسباً جداً أن تضع الإيكاو مزيدا من المواد الإرشادية بما يساعد الدول على الموافقة عليها واستخدام العناصر الحالية والمستقبلية للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS).

٥- الخلاصة

٥-١ إذا ما أخذنا في الاعتبار أن "النظام العالمي لتحديد الموقع" (GPS) و"النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GLONASS) يعملان في إطار تشكيلاتهما الإسمية ويتطوّران من خلال تنفيذ إشارات جديدة وكذلك قُرب تشغيل نظام بيدو Galileo ونظام جاليليو BeiDou، فإن تقديم الدعم التنظيمي الدولي على الدول كي تنفّذ "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) المتعدد النظم، دون فرض أي أشكال من الحظر على استخدام أي عنصر أو كوكبة معينة من "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) يعتبر مهمة مناسبة من حيث التوقيت، وهو ما سيتطلب وضع ما يلائم من أحكام الإيكاو. وينبغي أيضا التأكد من التحرّر من أشكال الحظر هذه على مستوى قطاع الطيران وتفادي استبعاد بعض عناصر "النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS) من خطط التوحيد القياسي في مجال قطاع الطيران.

٥-٢ وبصفة عامّة، يُرجى من مؤتمر الملاحة الجوية أن تدعّم التوصية ٢-٢/X ، الواردة في ورقة العمل AN-Conf/13-WP/15 – "تطوّر النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية" (GNSS).

٥-٣ ومن المستصوب إعداد القواعد القياسية المرتبطة بقطاع الطيران وما يناسب من معدات الطيران التي لديها القدرة على معالجة الإشارات وفقاً لنظام تقسيم الرموز (CDMA) من جميع الكوكبات واتخاذ القرار بشأن اختيار أكثر توليفات الكوكبات فعاليةً على أساس الأداء والسلامة.

– انتهى –