|  |  |
| --- | --- |
| المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15)  جنيف، 2-27 نوفمبر 2015 |  |
| **الاتحــــاد الـدولــــي للاتصــــالات** |  |
|  |  |
| اللجنة 4 | الإضافة 1 للوثيقة 8(Add.5)-A |
|  | 2 نوفمبر 2015 |
|  | الأصل: بالإنكليزية |
|  | |
| مقترحات مشتركة مقدمة من الكومنولث الإقليمي في مجال الاتصالات | |
| مقترحات لإضافتها إلى نتائج الدراسات بشأن البنـد 5.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15) | |
| الخصائص التقنية والتشغيلية والتداخلات والبيئات التنظيمية المرتبطة باستعمال النطاقات الترددية الموزعة للخدمة الثابتة الساتلية التي لا تخضع للتذييلات 30 و30A و30B من أجل اتصالات التحكم والاتصالات غير ذات الصلة بالحمولة النافعة لأنظمة الطائرات بدون طيار (UAS) في الفضاء الجوي غير المحجوز | |
| البنـد 5.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15) | |

مقدمة

إن الملحق 7 بمشروع التقرير الجديد ITU-R M.[UAS-FSS] (الوثيقة 5B/886-E)، المعنون "دراسات التقاسم بشأن البث من مرسلات المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية المحمولة على متن الطائرات بدون طيار إلى الخدمات الأرضية القائمة في الوصلة 3"، يورد أقنعة كثافة تدفق قدرة التداخل المسموح بها التي تولدها مرسلات أنظمة الطائرات بدون طيار (UAS)، ضمن النطاق الترددي المحدد على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة ضمن مدى القيم المحتملة لزوايا وصول التداخل بالنسبة إلى الأفق. ولا توصَّف معلمات هذه الأقنعة إلا لمعايير التداخل المسموح به على الأجل القصير على محطات الخدمة الثابتة في النطاقين التردديين GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 حيث لا تزيد احتمالات وقوع التداخل عن % 0,001-0,0001 من الوقت. وكذلك لا تورد الوثيقة قيم مستويات كثافة تدفق قدرة التداخل التي تولدها مرسلات أنظمة الطائرات بدون طيار. ولذلك يبدو تقييم مستوى حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الناجم عن محطات الطائرات بدون طيار مستحيلاً.

المقترح

تقترح المساهمة المقدمة عرض نتائج الدراسات لتقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخلات التي تنتجها محطات النظام UAS باستخدام أقنعة كثافة تدفق قدرة التداخل المسموح بها، والموصَّفة لمعايير التداخل المسموح به في الأجلين القصير والطويل معاً على محطات الخدمة الثابتة عندما لا يزيد احتمال وقوع التداخل عن % 20 من الوقت. وبالإضافة إلى ذلك، يُنظر في التداخل على محطات الخدمة الثابتة الناجم عن نظام UAS واحد على امتداد خط البصر وعلى مسافة تصل إلى km 138 عندما يبلغ ارتفاع طيران النظام UAS 3 000 قدم وعلى مسافة تصل إلى km 327 عندما يبلغ ارتفاع طيران النظام UAS 19 000 قدم. ويُقترح النظر في نتائج الدراسات الواردة في الملحق، في إطار مناقشات البند 5.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-15.

ملحق

مقترحات لإضافتها إلى نتائج الدراسات بشأن البنـد 5.1 من جدول أعمال  
المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15)

**الخصائص التقنية والتشغيلية والتداخلات والبيئات التنظيمية المرتبطة باستعمال النطاقات الترددية الموزعة للخدمة الثابتة الساتلية التي لا تخضع للتذييلات 30 و30A و30B من أجل اتصالات التحكم والاتصالات غير ذات الصلة بالحمولة النافعة لأنظمة الطائرات بدون طيار (UAS) في الفضاء الجوي غير المحجوز**

البنـد 5.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-15)

# 1 مقدمة

تحتوي المقترحات التي يراد إضافتها إلى نتائج الدراسات في مشروع التقرير الجديد ITU-R M.[UAS-FSS] على نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التدخلات التي تولدها محطات النظام UAS باستخدام أقنعة كثافة تدفق قدرة التداخل المسموح بها التي تولدها مرسلات النظام UAS، والموصَّفة لمعايير التداخل قصير الأجل المسموح به على محطات الخدمة الثابتة (في النطاق الترددي GHz 14,47-14,0 وفق معيار I/N< +20 dB من أجل p=0,0001% طبقاً للتوصية ITU-R F.1494، وفي النطاق الترددي وGHz 29,5-27,5 وفق معيار I/N< +9 dB من أجل p=0,001% طبقاً للتوصية ITU-R SF.1719)، والموصَّفة كذلك لمعايير التداخل طويل الأجل المسموح به على محطات الخدمة الثابتة (في النطاقين التردديين GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 وفق معيار I/N<-10 dB من أجل 20% =p طبقاً للتوصية ITU-R F.758). ويُنظر في التداخل على محطات الخدمة الثابتة الناجم عن نظام UAS واحد في خط البصر وعلى مسافة تصل إلى km 138 عندما يبلغ ارتفاع طيران النظام UAS 3 000 قدم وعلى مسافة تصل إلى km 327 عندما يبلغ ارتفاع طيران النظام UAS 19 000 قدم.

# 2 سيناريوهات تقييم التوافق بين محطة إرسال نظام الطائرة دون طيار (UAS) العاملة في الوصلة أرض-فضاء على مستقبلات الخدمة الثابتة في النطاقين التردديين GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5‑27,5

يبين الشكل 1 سيناريو أثر التداخل من نظام UAS واحد في مسارات محركة باتجاه زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (UAS1) ونحو زوايا سمت الفصوص الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدمة الثابتة (UAS2-USA5).

الشكل 1

**R=138 кm**

**S1= 59828.5 km2**

**hTx= 3000 ft (914 m)**

**FS**

**UAS4**

**UAS5**

**UAS3**

**UAS2**

**UAS1**

**hRx= 10 m**

**Rx-Tx**

**Rx-Tx**

**R=327 кm**

**S1= 335927.4 km2**

**hTx= 19000 ft (5791 m)**

**Rx**

**Rx**

سيناريو أثر التداخل من نظام UAS وحيد بالنسبة لمسارات حركته باتجاه سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة Rx وباتجاه سمت الفصوص الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدمة الثابتة Rx-Tx عن خط البصر لمحطة الخدمة الثابتة عندما يكون ارتفاعا طيران النظام UAS h1Tx = 3 000 قدم وh2Tx = 19 000 قدم

ويعرض الشكل 2 سيناريو أثر التداخل من نظام UAS وحيد بالنسبة لمسارات حركته على خط البصر لمحطة الخدمة الثابتة مع تغيير، في هذه الحالة، زاوية وصول التداخل Rx-Tx بالنسبة للأفق.

**Rx-Tx**

**Rx-Tx**

**UAS**

**FS**

**hTx**

**R2**

**R1**

**Rx-Tx**

**hRx**

**R3**

**1**

**2**

**3**

**d2**

**d1**

**d3**

الشكل 2

سيناريو أثر التداخل من نظام UAS وحيد بالنسبة لمسارات حركته على خط البصر لمحطة الخدمة الثابتة مع تغيير، في هذه الحالة، زاوية وصول التداخل Rx-Tx بالنسبة للأفق

# 3 البيانات والافتراضات الأولية

معلمات محطة إرسال أنظمة الطائرات بدون طيار (UAS) العاملة في الوصلة أرض-فضاء في نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 المستعملة في تقييم التداخلات في محطة النظام UAS على مستقبلات محطات الخدمة الثابتة، ترد في الجدول 1.

الجدول 1

معلمات الدراسة لإرسال محطة أرضية لطائرة بدون طيار  
في نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5

| المعلمة | الوحدات | نطاق (نطاقات) التردد | القيمة | المصدر |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| أقطار الهوائيات | M | كلا النطاقين | الصغيرة = 0,45  المتوسطة = 0,80  الكبيرة = 1,25 | الملحق 1 تناولت الدراسة الهوائيات الصغيرة والكبيرة والمتوسطة. |
| عرض نطاق قناة الإرسال | kHz | كلا النطاقين | 250 |  |
| مدى تردد الإرسال (التقييم) | GHz | 14,47-14,0 | 14,4 |  |
| مدى تردد الإرسال (التقييم) | GHz | 29,5-27,5 | 28,5 |  |
| كثافة القدرة e.i.r.p. | dBW/250 kHz | GHz 14,47-14,0 | صغير ومتوسط وكبير = 43,78، 53,78، 57,68 | تناولت الدراسة الهوائيات الصغيرة والكبيرة فقط كما هو محدد في الملحق 1 |
| كثافة القدرة e.i.r.p. | dBW/250 kHz | GHz 29,5-27,5 | صغير ومتوسط وكبير = 42,38، 44,48، 48,08 | تناولت الدراسة الهوائيات الصغيرة والكبيرة فقط كما هو محدد في الملحق 1 |
| مخططات إشعاع الهوائي |  | هوائي بدالة بيسيل لغلاف الذروة |  | المطبقة في التذييلات 2 و3 و4 و5 |
|  | S.580-APL-UM001 | Rec. S.580 for D/Lambda >= 100;  BR-IFIC APL APEREC015V01 for D/Lambda < 100; | المطبقة في التذييلين 4 و5 |
| الارتفاع | قدم فوق سطح الأرض | كلا النطاقين | 3 000 (m 914) و19 000 (M 5 791) فوق مستوى سطح الأرض على الأجل الطويل، وارتفاعات مختلفة تساوي أو تزيد على3 000 بخطوات تصاعدية قيمة كل منها 1 000 حسب الحاجة على الأجل القصير. | السيناريوهان 2 و4 للإيكاو |
| توهين الغازات الجوية | dB | كلا النطاقين |  | ITU-R P.676-9التوصية |

ويعرض الجدول 2 معلمات محطات الخدمة الثابتة المستعملة في تقييم التداخلات من محطة للنظام UAS على مستقبلات محطات الخدمة الثابتة.

الجدول 2

معلمات استقبال الخدمة الثابتة  
في نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5

| الخدمة الثابتة | الوحدات | معلمات النطاق GHz 14,47-14,0 | معلمات النطاق GHz 29,5-27,5 | التعليق |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| التردد | GHz | 14,4 | 28,5 | نطاق ثابت لاستقبال الخدمة الثابتة |
| عرض النطاق | MHz | 28 | 56 | التوصية ITU-R F.758-5 |
| خسارة خط الإرسال | dB | 6 | 0 | التوصية ITU-R F.758-5 |
| كسب الهوائي | dB | 31,9 | 31,5 | التوصية ITU-R F 758-5 |
| كفاءة الهوائي | % | 60 | 60 |  |
| اتجاه سمت الهوائي | بالدرجات | 180± | 180± |  |
| زاوية ارتفاع الهوائي | بالدرجات | 5− إلى 5+ | 5− إلى 5+ | 5B/164-E |
| المواقع - خطوط العرض |  | قيمت مواقع عند العديد من خطوط العرض بين 10 و70 درجة | قيمت مواقع عند العديد من خطوط العرض بين 10 و70 درجة |  |
| مخطط اشعاع الهوائي لكسب متوسط للهوائي |  | cid:image001.png@01D0CDF0.068048A0 |  | مخطط اشعاع الهوائي الخاص بالتوصية ITU-R F.1245 ثابت لجميع الخدمات الثابتة |

ويعرض الجدول 3 معايير التداخل المسموح به على الأجلين الطويل والقصير من محطات النظام UAS على محطات الخدمة الثابتة.

الجدول 3

معايير الحماية من أجل الخدمة الثابتة  
في نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| المعلمة | مدى التردد | القيمة | الوثيقة ITU-R المصدر | التعليقات |
| النسبة I/N  (على الأجل الطويل) | كلا النطاقين GHz 14,47-14,0  GHz 29,5-27,5 | dB 10− | التوصية ITU-RF.758-6 | عدم التجاوز لأكثر من % 20 من الوقت |
| النسبة I/N (على الأجل القصير) | GHz 14,47-14,0 | dB 20+ | التوصية ITU-RF.1494-0 | عدم التجاوز لأكثر من % 4‑10 x 1 من الوقت |
| النسبة I/N (على الأجل القصير) | GHz 29,5-27,5 | dB 9+ | التوصية ITU-RSF.1719 | عدم التجاوز لأكثر من % 0,001 من الوقت |

وعند إجراء الحسابات، نفترض أن هوائي محطة النظام UAS موجه دائماً نحو محطة الخدمة الثابتة داخل المدى الزاوي 90 <  < 180. ومن ثم، فإن كسب هوائي محطة النظام UAS في اتجاه إحدى محطات الخدمة الثابتة يحدد كالتالي:

, (1)

ويتم تقييم إمكانية تقاسم نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS ومحطات الخدمة الثابتة باستعمال الافتراضات التالية: ارتفاع هوائي محطة الخدمة الثابتة فوق مستوى سطح الأرض، m 10 = hRx؛ وزاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدمة الثابتة، 5=***εRx*** درجات. والسيناريوهان المتعلقات بالتطبيق بالنسبة لهوائي صغير بقطر m 0,45=D وهوائي كبير بقطر m 1,25=D لمحطة للنظام UAS، هما اللذان أخذا في الاعتبار عند إجراء الحسابات.

# 4 طريقة التقييم

طريقة تقييم إمكانية تقاسم نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS العاملة في الوصلة أرض-فضاء ومحطات الخدمة الثابتة تتضمن مقارنة مستويات كثافة تدفق القدرة (pfd) للتداخل المتولدة من مرسلات النظام UAS في نطاق تردد محدد على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة ضمن مدى من القيم المحتملة لزوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق، مع مستويات الكثافة pfd للتداخل المسموح بها.

ويمكن تحديد معلمات قناع المستوى المسموح به للكثافة pfd للتداخل مع زاوية وصول للتداخل Rx-Tx بالنسبة للأفق، ، باستعمال الصيغة التالية:

(2)

حيث:

- المستوى المسموح به للكثافة pfd للتداخل في نطاق تردد محدد ΔF عند نقطة موقع هوائي مستقبل محطة الخدمة الثابتة مع زاوية وصول للتداخل Rx-Tx بالنسبة للأفق، بوحدات dBW/m2/F MHz،

- كثافة قدرة الضوضاء الحرارية في مستقبل نمطي في نطاق التردد المحدد، بوحدات dBW/ΔF MHz (التوصية ITU‑R F.758‑6)؛

ΔF - عرض النطاق المحدد، MHz؛

***f* -** عرض النطاق المحدد، GHz؛

- القيمة المسموح بها للنسبة بين مستوى التداخل ***I*** ومستوى الضوضاء ***N*** (التوصية ITU-R F.758-6 - بالنسبة للتداخل طويل الأجل والتوصية ITU-R F.1494-0 - بالنسبة للتداخل قصير الأجل في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 والتوصية ITU‑R SF.1719-0 - بالنسبة للتداخل قصير الأجل في نطاق التردد GHz 29,5-27,5)، dB؛

- كسب هوائي محطة الخدمة الثابتة باتجاه زاوية وصول التداخل *χRx*، dB (التوصية ITU-R F.1245-2)؛

*χRx* - زاوية وصول التداخل (زاوية خارج المحور من هوائي مستقبل محطة الخدمة الثابتة باتجاه هوائي النظام UAS)، بالدجات.

وتحدد قيمة أي زاوية خارج المحور لهوائي مستقبل محطة الخدمة الثابتة باتجاه هوائي النظام UAS، *χRx*، بالعلاقة:

χRx = arccos(cos(εRx) cos(εRx-Tx) cos(αRx-Tx – αRx) + sin(εRx) sin(εRx-Tx)), (3)

حيث:

***εRx*** - زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي مستقبل الخدمة الثابتة؛

***εRx-Tx*** - زاوية ارتفاع هوائي مستقبل الخدمة الثابتة باتجاه هوائي النظام UAS؛

***αRx*** - زاوية السمت للحزمة الرئيسية لهوائي مستقبل الخدمة الثابتة؛

***αRx-Tx*** - زاوية السمت لهوائي مستقبل الخدمة الثابتة باتجاه هوائي النظام UAS.

***ومستوى كثافة تدفق القدرة ضمن نطاق تردد محدد، المتولدة من مرسل للنظام*** UAS على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي مستقبل محطة الخدمة الثابتة مع زاوية وصول للتداخل، ، بالنسبة للأفق، :

(4)

حيث:

- ***ومستوى كثافة تدفق القدرة ضمن نطاق تردد محدد*** ΔF***، المتولدة من مرسل للنظام*** UAS على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي مستقبل محطة الخدمة الثابتة مع زاوية وصول للتداخل، ، بالنسبة للأفق، بوحدات dBW/m2/ΔF MHz؛

- القدرة e.i.r.p. لمرسل النظام UAS ضمن عرض النطاق المحدد ΔF، dBW/ΔF MHz؛

- توهين تداخل مخطط إشعاع النظام UAS باتجاه محطة الخدمة الثابتة، dB؛

- الفارق بين اتجاه الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع محطة النظام UAS واتجاه محطة النظام UAS نحو محطة الخدمة الثابتة، بالدرجات؛

- خسارة الانتشار في مسير التداخل من محطة النظام UAS إلى محطة الخدمة الثابتة (التوصية ITU‑R P.525-2 من أجل مسير خط البصر)، dB؛

***f* -** تخصيص التردد لمحطة الخدمة الثابتة، GHz؛

- توهين محدد نتيجة للغازات الجوية (التوصية ITU-R P.676-10) dB/km؛

- زاوية وصول التداخل ، بالنسبة للأفق، بالدرجات؛

***R*** - مسافة الفصل بين محطة النظام UAS ومحطة الخدمة الثابتة على طول قوس الدائرة العظمى، km؛

- ارتفاع هوائي مرسل النظام UAS فوق مستوى سطح الأرض، m؛

- ارتفاع هوائي محطة الخدمة الثابتة فوق مستوى سطح الأرض، m؛

- مسافة الفصل بين محطة النظام UAS ومحطة الخدمة الثابتة، km.

# 5 نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS العاملة في الوصلة أرض-فضاء ومحطات الخدمة الثابتة

لإجراء تقييم لإمكانية تقاسم النطاقين GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 باستعمال الصيغة (2) طبقاً للبيانات الأولية المأخوذة من الجدولين 2 و3، تحدد أقنعة كثافة تدفق القدرة المسموح بها للتداخل قصير الأجل الذي تولده مرسلات النظام UAS.

والقناع التقريب‍ي لكثافة تدفق القدرة المسموح بها القصوى للتداخل قصير الأجل الذي تولده مرسلات النظام UAS في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة من زوايا وصول للتداخل بالنسبة للأفق (طبقاً للمعيار dB 20 + > I/N بالنسبة لاحتمال %0,0001=p طبقاً للتوصية ITU‑R F.1494):

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع محطة الخدمة الثابتة:

(5)

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه النصوص الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدمة الثابتة:

(6)

والقناع التقريب‍ي لكثافة تدفق القدرة المسموح بها القصوى للتداخل طويل الأجل الذي تولده هوائيات مرسلات النظام UAS في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة من زوايا وصول للتداخل بالنسبة للأفق (طبقاً للمعيار dB 10 – > I/N بالنسبة لاحتمال %20=p طبقاً للتوصية ITU-R F.758):

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع محطة الخدمة الثابتة:

(7)

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزم الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدم  الثابتة:

(8)

والقناع التقريب‍ي لكثافة تدفق القدرة المسموح بها القصوى للتداخل قصير الأجل الذي تولده مرسلات النظام UAS في نطاق التردد GHz 29,5-27,5 على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة من زوايا وصول للتداخل بالنسبة للأفق (طبقاً للمعيار dB 9 + > I/N بالنسبة لاحتمال %0,001=p طبقاً للتوصية ITU‑R SF.1719):

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع محطة الخدمة الثابتة:

(9)

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزم الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدم  الثابتة:

(10)

والقناع التقريب‍ي لكثافة تدفق القدرة المسموح بها القصوى للتداخل طويل الأجل الذي تولده هوائيات مرسلات النظام UAS في نطاق التردد GHz 29,5-27,5 على سطح الأرض عند نقطة موقع هوائي محطة الخدمة الثابتة من زوايا وصول للتداخل بالنسبة للأفق (طبقاً للمعيار dB 10 – > I/N بالنسبة لاحتمال %20=p طبقاً للتوصية ITU-R F.758):

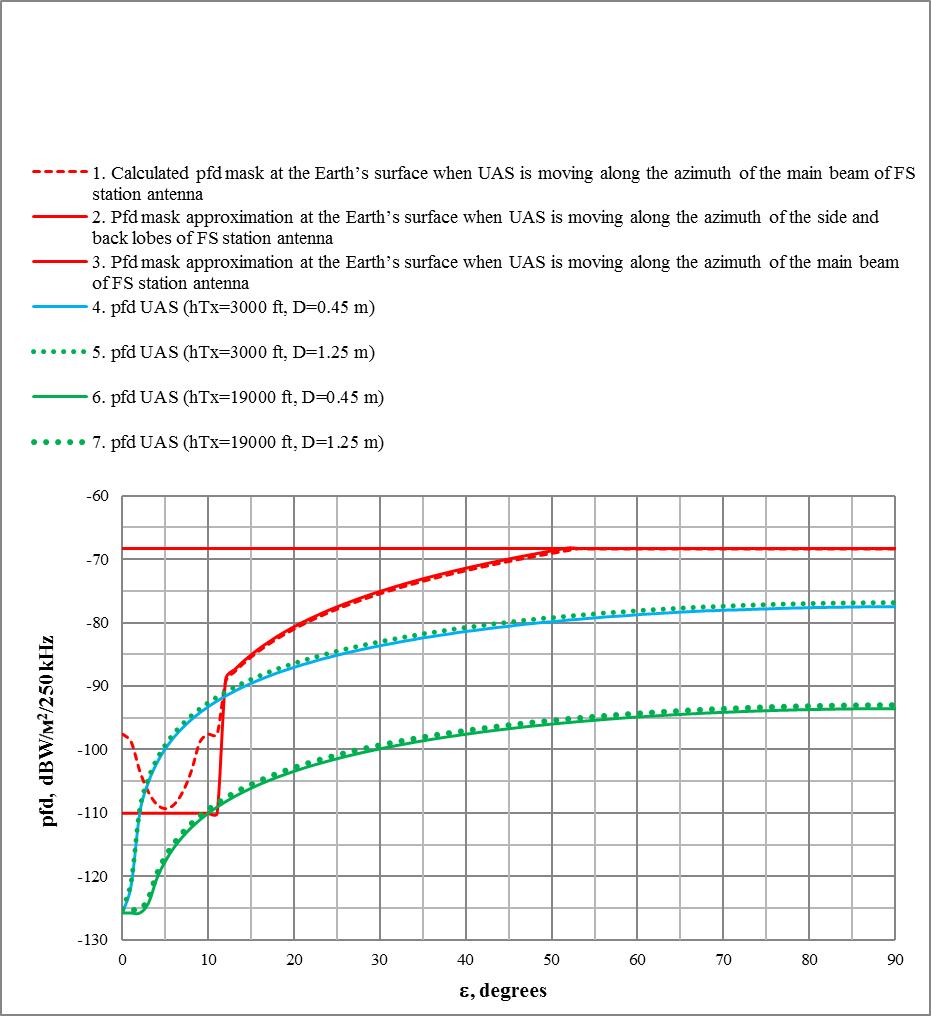
• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمخطط إشعاع محطة الخدمة الثابتة:

(11)

• بالنسبة لحالات وصول التداخل باتجاه زاوية سمت الحزم الجانبية والخلفية لمخطط إشعاع هوائي محطة الخدمة الثابتة:

(12)

ويعرض الشكلان 3 و4 نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة، من التداخل الصادر عن محطة النظام UAS في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 طبقاً لمعايير التداخل على الأجلين القصير والطويل مع ارتفاعات طيران للنظام UAS تساوي 3 000 قدم (m 914) و19 000 قدم (m 5 791) لسيناريوهي التطبيق لهوائيات محطات النظام UAS الصغيرة، بقطر m 0,45=D والكبيرة بقطر m 1,25=D.



**النطاق GHz 14,47-14,0**

**التداخل قصير الأجل**

**زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة *εRx* = 5+ درجات النسبة I/N dB 20+ =؛ %0,0001 = %p**

.1 قناع pfd المحسوب عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.2 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت النصوص الجانبية والخلفية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.3 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

الشكل 3

نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاق التردد GHz 14,47-14,0 بين محطات النظام UAS العاملة  
في الوصلة أرض-فضاء ومحطة الخدمة الثابتة طبقاً لمعيار التداخل قصير الأجل

.1 قناع pfd المحسوب عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

**النطاق GHz 14,47-14,0**

**التداخل قصير الأجل**

**زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة *εRx* = 5+ درجات النسبة I/N = dB 10-؛ مع احتمال %20 = %p**

.2 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت النصوص الجانبية والخلفية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.3 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

الشكل 4

نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاق التردد GHz 14,47-14,0 بين محطات النظام UAS العاملة  
في الوصلة أرض-فضاء ومحطة الخدمة الثابتة طبقاً لمعيار التداخل طويل الأجل

ويظهر تحليل نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الذي تولده محطات النظام UAS في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 طبقاً لمعيار التداخل قصير الأجل (الشكل 3) أن عدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة في هذه الحالة يحدث عندما تقل زوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق عن 10 درجات (***εRx-Tx*** > 10 درجات) عندما يصل التداخل في اتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (2,6+ درجة < ***αRx-Tx*** < 2,6- درجة) في سيناريوهات التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائيات صغيرة وكبيرة على السواء، بأقطار D=m 0,45 وD=m 1,25، عندما يساوي ارتفاع طيران النظام UAS المقدار 3 000 قدم فقط. وهذا السيناريو لأثر التداخل يحدث عندما يقع النظام UAS داخل قطاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة الذي يتحدد بمنطقة من 5 إلى من km 138 من نقطة موقع محطة الخدمة الثابتة.

وبالإضافة إلى ذلك جدير بالإشارة أن النسبة المئوية من الزمن المسموح بها والتي تجاوز معيار التداخل قصير الأجل خلالها، %0,0001>%p. وبالتالي، فإن النتائج المتحصلة ينبغي أخذها في الاعتبار عند اتخاذ قرار بشأن توزيع نطاق التردد GHz 14,47‑14,0 من أجل التقاسم بين محطات النظام UAS ومحطات الخدمة الثابتة.

وفي جميع سيناريوهات أثر التداخل الأخرى، يستوفى معيار التداخل قصير الأجل المسموح به من محطة للنظام UAS على محطة للخدمة الثابتة.

ويظهر تحليل نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الذي تولده محطات النظام UAS في نطاق التردد GHz 14,47-14,0 طبقاً لمعيار التداخل طويل الأجل (الشكل 4) أن عدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة في هذه الحالة يحدث عندما تقل زوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق عن (0 درجة < ***αRx-Tx*** **<** 90 درجة) وعندما يصل التداخل في اتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (2,6+ < ***αRx-Tx*** < 2,6- درجة) في سيناريوهات التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائيات صغيرة وكبيرة على السواء، بأقطار D=m 0,45 وD=m 1,25، عندما يساوي ارتفاع طيران النظام UAS المقدار 3 000 قدم والمقدار 19 000 قدم في المنطقة المحددة بنصف قطر يساوي قيمة خط البصر من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة إلى محطة النظام UAS (km 138).

وعدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة سيحدث أيضاً عندما يصل التداخل في اتجاه نحو زوايا سمت الحزم الجانبية والخلفية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (357,4 درجة < ***αRx-Tx*** **<** 2,6 درجة) ضمن منقطة من 0 إلى km 10 من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة في سيناريوهات التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائيات صغيرة وكبيرة على السواء، بأقطار D=m 0,45 وD=m 1,25، عندما يساوي ارتفاع طيران النظام UAS المقدار 3 000 قدم والمقدار 19 000 قدم.

وتسمح النتائج المتحصلة باستنتاج مفاده أنه حتى إذا وقع نظام UAS واحد ضمن المناطق المذكورة أعلاه لفترة أطول من %20 من الوقت، فإن معيار التداخل طويل الأجل المسموح به على محطات الخدمة الثابتة من محطات النظام UAS، لن يتم الوفاء به.

ويعرض الشكلان 5 و6 نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الذي تولده محطات النظام UAS في نطاق التردد GHz 29,5-27,5 طبقاً لمعياري التداخل طويل وقصير الأجل مع ارتفاعات طيران للنظام UAS تساوي 3 000 قدم (m 914) و19 000 قدم (m 5 791) لسيناريوهات التطبيق الخاصة بهوائيات قصيرة، بقطر m 0,45=D وطويلة بقطر m 1,25=D لمحطات النظام UAS.

الشكل 5

.1 قناع pfd المحسوب عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

**النطاق GHz 29,5-27,5**

**التداخل قصير الأجل**

**زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة *εRx* = 5+ درجات النسبة I/N dB 9+ =؛ %0,001 = %p**

.2 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت النصوص الجانبية والخلفية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.3 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاق التردد GHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS العاملة  
في الوصلة أرض-فضاء ومحطة الخدمة الثابتة طبقاً لمعيار التداخل قصير الأجل

الشكل 6

.1 قناع pfd المحسوب عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.2 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت النصوص الجانبية والخلفية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

.3 قناع pdf التقريب‍ي عند سطح الأرض عندما يتحرك النظام UAS على طول زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة

**النطاق GHz 29,5-27,5**

**التداخل قصير الأجل**

**زاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة *εRx* = 5+ درجات النسبة I/N dB 10- =، % 20 = %p**

نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاق التردد GHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS العاملة  
في الوصلة أرض-فضاء ومحطة الخدمة الثابتة طبقاً لمعيار التداخل طويل الأجل

ويظهر تحليل نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الذي تولده محطات النظام UAS في نطاق التردد GHz 29,5-27,5 طبقاً لمعيار التداخل قصير الأجل (الشكل 5) أن عدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة في هذه الحالة يحدث عندما تقل زوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق عن 10 درجات (***εRx-Tx*** > 10 درجات) عندما يصل التداخل في اتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (2,6+ < ***αRx-Tx*** < 2,6- درجة) في سيناريوهات التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائيات صغيرة وكبيرة على السواء، بأقطار D=m 0,45 وD=m 1,25، عندما يساوي ارتفاع طيران النظام UAS المقدار 3 000 قدم فقط. وهذا السيناريو لأثر التداخل يحدث عندما يقع النظام UAS داخل قطاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة الذي يتحدد بمنطقة من 5 إلى من km 327 من نقطة موقع محطة الخدمة الثابتة.

وبالإضافة إلى ذلك جدير بالإشارة أن النسبة المئوية من الزمن المسموح بها والتي تجاوز معيار التداخل قصير الأجل خلالها، %0,001>%p. وبالتالي ينبغي أخذ النتائج المتحصلة في الاعتبار عند اتخاذ قرار بشأن توزيع نطاق التردد GHz 29,5-27,5 من أجل التقاسم بين محطات النظام UAS ومحطات الخدمة الثابتة.

وفي جميع سيناريوهات أثر التداخل الأخرى، يستوفى معيار التداخل قصير الأجل المسموح به في محطة في النظام UAS على محطة للخدمة الثابتة.

ويظهر تحليل نتائج تقييم مستويات حماية محطات الخدمة الثابتة من التداخل الذي تولده محطات النظام UAS في نطاق التردد GHz 29,5-27,5 طبقاً لمعيار التداخل طويل الأجل (الشكل 6) مع أي زوايا وصول للتداخل بالنسبة للأفق (***εRx-Tx*** < °90 > °0) وعندما يصل التداخل في اتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة (2,6+ < ***αRx-Tx*** < 2,6- درجة) في سيناريوهات التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائيات صغيرة وكبيرة على السواء، بقطر D=m 0,45 فقط، عندما يساوي ارتفاع طيران النظام UAS المقدار 3 000 قدم. وهذا السيناريو لأثر التداخل يحدث عندما يقع النظام UAS داخل قطاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة الذي يتحدد بمنطقة من 0 إلى من km 327 من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة.

وبالنسبة لسيناريو التطبيق عندما تستعمل محطة النظام UAS هوائي كبير بقطر D=m 1,25 ويكون ارتفاع طيران النظام UAS مساوياً للمقدار 3 000 قدم، فإن عدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة سيحدث عندما يصل التداخل في اتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمحطة الخدمة الثابتة (°2,6– < ***αRx-Tx*** **<** °2,6+) وعندما تكون زوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق ضمن المدى 20 – 0 درجة (°0 <***εRx-Tx*** < °20). ويحدث سيناريو أثر التداخل هذا عنما يقع النظام UAS ضمن قطاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة الذي يحدد بمنطقة من 2 إلى من km 327 من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة.

ومع ارتفاع طيران للنظام UAS يساوي 19 000 قدم، فإن عدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة سيحدث عندما يصل التداخل باتجاه نحو زاوية سمت الحزمة الرئيسية لمحطة الخدمة (°2,6– < ***αRx-Tx*** **<** °2,6+) وعندما تقع زوايا وصول التداخل بالنسبة للأفق ضمن المدى 10 – 0 درجة (°0 <***εRx-Tx*** < °10). ويحدث سيناريو أثر التداخل هذا عندما يقع النظام UAS ضمن قطاع الحزمة الرئيسية لهوائي محطة الخدمة الثابتة الذي يتحدد بمنطقة من 33 إلى من km 327 من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة.

وعدم الوفاء بمعيار حماية محطات الخدمة الثابتة سيحدث أيضاً عندما يصل التداخل في اتجاه نحو زوايا سمت الحزم الجانبية والخلفية لمحطة الخدمة الثابتة (°2,6 < ***αRx-Tx*** **<** °357,4) ضمن منقطة من 0 إلى km 1,3 من مكان موقع محطة الخدمة الثابتة بالنسبة لسيناريو التطبيق الذي تستعمل فيه محطة النظام UAS هوائي صغيرة بقطر D=m 0,45 وعندما يكون ارتفاع طيران النظام UAS مساوياً للمقدار 3 000 قدم فقط.

وتسمح النتائج المتحصلة باستنتاج مفاده أنه حتى إذا وقع نظام UAS واحد ضمن المناطق المذكورة أعلاه لفترة أطول من %20 من الوقت، فإن معيار التداخل طويل الأجل المسموح به على محطات الخدمة الثابتة من محطات النظام UAS، لن يتم الوفاء به.

# 5 الاستنتاجات

تظهر نتائج تقييم إمكانية تقاسم نطاقي التردد GHz 14,47-14,0 وGHz 29,5-27,5 بين محطات النظام UAS العاملة في الوصلة أرض-فضاء ومحطات الخدمة الثابتة أن استعمال نطاقات التردد الموزعة للخدمة الثابتة الساتلية، التي لا تنطبق عليها التذييلات 30 و30A و30B، من أجل اتصالات التحكم والاتصالات التي لا تخص الحمولة النافعة في الفضاء الجوي غير المحجوز، غير ممكن.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_