الاتحـاد الدولـي للاتصـالات
قطاع الاتصالات الراديوية

منشورات ITU

التقرير ITU-R SM.2523-0

(2023/06)

السلسلة SM: إدارة الطيف

تقييم كفاءة استخدام الطيف وقيمته الاقتصادية

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REP/en)

السلسلة	العنوان
BO	البث الساتلي
BR	التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية
BS	الخدمة الإذاعية (الصوتية)
BT	الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)
F	الخدمة الثابتة
M	الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	إدارة الطيف
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2023

© ITU 2023
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التقرير ITU-R SM.2523-0

تقييم كفاءة استخدام الطيف وقيمته الاقتصادية

(2023)

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 2
2 معلومات أساسية 2
3 تقييم كفاءة الطيف 2
1.3 دراسة الحالة 1 2
2.3 دراسة الحالة 2 8
4 تقدير القيمة الاقتصادية للطيف 9
1.4 أمثلة للعوامل المؤثرة على قيمة الطيف 9
2.4 نماذج يمكن استخدامها لتقدير قيمة الطيف (للعلم فقط) 12
5 ملخص 12
الملحق 1 – دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف من خلال الناتج المحلي الإجمالي 12
1 تحليل المساهمة الاقتصادية المباشرة في الناتج المحلي الإجمالي 12
2 تحليل المساهمة الاقتصادية الإضافية في الناتج المحلي الإجمالي 13
الملحق 2 – دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف من خلال معلمات الأنظمة 15
الملحق 3 – دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف استناداً إلى نتائج مزادات الطيف 15
المرفق 1 بالملحق 3 – الإجراء التفصيلي لمزادات الطيف 17
1 العوامل التي تؤثر على المزادات 17
2 نماذج مزادات الطيف 20
3 منهجية تحديد السعر المبدئي لمجموعات الطيف التي تُعرض في المزاد 33
المرفق 2 بالملحق 3 – التجارب الوطنية في مجال مزادات الطيف 36
1 الولايات المتحدة الأمريكية 36
1.1 مزاد العروض المختومة الأحادي الجولة 36
2.1 المزاد التصاعدي المتعدد الجولات 36
3.1 المزاد الميقاتي 36
4.1 المزاد التحفيزي 36
الملحق 4 – دراسة حالة في الصين بشأن تقييم كفاءة الطيف 39

1 مجال التطبيق

يتضمن هذا التقرير وصفاً لطرائق التحديد الكمي لكفاءة استخدام الطيف (SE) وقيمته الاقتصادية، وينظر في العوامل التي تؤثر على القيمة الاقتصادية للطيف، ويصف نماذج تقدير القيمة الاقتصادية للطيف.

يرجى الإحاطة علماً بأنه كلما وردت الإشارة في هذا التقرير إلى القيمة الاقتصادية، يُفهم أن هذا الأمر يقتصر على استراتيجيات النهج الاقتصادية لإدارة الطيف على الصعيد الوطني. ويعتمد تقييم كفاءة استخدام الطيف وقيمته الاقتصادية[1] على العديد من العوامل المختلفة (مثل الخدمات الراديوية وعرض النطاق ومناطق الخدمات ونطاق التردد وموقع نطاق التردد والحالة الاقتصادية للبلد الذي سيجرى فيه التقييم، وما إلى ذلك)، فضلاً عن معايير يصعب إدراجها بصورة شاملة تنطبق على جميع البلدان. وبالتالي، فإن هذه العناصر والمعلومات تعكس بالكاد وجهات نظر العضو المساهم وقد لا تكون ضرورية لتغطية حالة البلدان الأخرى. ومن ثم، يُنظر في هذه الملحقات للعلم فقط.

2 معلومات أساسية

من شأن تحسين كفاءة استخدام الطيف أن يساعد في حل مشكلة نقص موارد الطيف من أجل الاستفادة الكاملة من موارد الطيف المحدودة وتلبية الطلب المتزايد باستمرار على استخدام الطيف. ويمكن للإدارات أن تفهم بشكل موضوعي استخدام موارد الطيف بناءً على تقييم كفاءة استخدام الطيف، وأن تتخذ التدابير والقرارات المقابلة لتحسين المستوى العلمي لإدارة الطيف.

وفي الوقت نفسه، يُعد الطيف مورداً طبيعياً محدوداً ذا قيمة اقتصادية كبيرة. ويمكن تقسيم القيمة الاقتصادية إلى قيمة اقتصادية مباشرة وقيمة اقتصادية إضافية. وتقدير القيمة الاقتصادية للطيف نفسه أمر معقد جداً. وهناك دراسات كثيرة بشأن مظاهر القيمة الاقتصادية للطيف والعوامل المؤثرة عليها. فالقيمة الاقتصادية للطيف تعبر عن قيمة موارد الطيف في السوق الاقتصادية. وهي تدعم السلطة المختصة في تنظيم توزيع الطيف وتسعير موارد الطيف، وتشكل أيضاً جزءاً هاماً من إدارة الطيف على الصعيد الوطني.

3 تقييم كفاءة الطيف

كفاءة الطيف مهمة لإدارة الطيف. وفي هذا القسم، ترد دراسة حالة عن تقييم كفاءة الطيف في الفقرة 1.3، في حين تجرى دراسة حالة أخرى في الفقرة 2.3 بشأن تقييم كفاءة استخدام الطيف عن طريق قياس وحساب شَغل نطاق التردد، والشغل السنوي للوقت، ومعدل تغطية المنطقة، ومعدل القدرة على خدمة المستعملين.

1.3 دراسة الحالة 1

استخدام الطيف هو المدى المحدد كمياً لنقل المعلومات المفيدة من خلال المرسِلات والمستقبِلات عن طريق استعمال عرض نطاق الترددات ومكانها ووقتها. ويشمل استخدام الطيف استعمال مرسِلات ومستقبِلات تحجب استخدام الطيف من قبل المستقبِلات والمرسلات الأخرى أو تحد منه. وبالتالي، فإن أي استخدام للطيف يتسبب حتماً في قدر من حجب الطيف يمكن تحديده كمياً.

ونظراً إلى أن أي استخدام للطيف من جانب أي مستعمل يحجب المستعملين الآخرين من استخدام الطيف (أي يمنعه عنهم أو يحد منه)، فإن من البديهي والمقنع دراسة مدى إمكانية زيادة استخدام الطيف من جانب المستعملين بشكل عام من خلال فهم مدى إمكانية تقليص هذا الحجب. وتمثل نسبة كمية المعلومات المفيدة المنقولة عبر وصلة راديوية أو نظام راديوي أو شبكة راديوية إلى كمية الحجب الناجمة عن نقل تلك المعلومات نفسها كفاءة استعمال (أو استخدام) الطيف (SUE) لهذا النظام أو هذه الشبكة. ويشار إلى هذه النسبة أيضاً باسم كفاءة الطيف. وهي عادة كمية مطلقة. ومع ذلك، يمكن حساب الحجب بثلاث طرق على الأقل:

1) بالحدود المطلقة كمقارنة بالحد الأدنى النظري لكمية الحجب.

[1] يمكن استخدام التقرير ITU-R SM.2012 كمرجع يحلل مبادئ تقييم الفوائد الاقتصادية للطيف، ويعرِّف أساساً بالممارسة المتعلقة برسوم الرخص للبلدان ذات الصلة، ويصف بإيجاز الخبرة المكتسبة من مزادات الطيف باستعمال موارد بديلة، وما إلى ذلك.

2) كمقارنة بين حجب نظام راديوي في العالم الواقعي ونظام راديوي مرجعي عشوائي.

3) كمقارنة للحجب بين نظامين راديويين في العالم الواقعي.

وبالتالي، فإن الحجب، ومن ثم أي نسبة إجمالية لكفاءة الطيف تشمل حد الحجب، يمكن أن يكون إما نسبياً أو مطلقاً. ولكن، بما أن نسب كفاءة الطيف لا تكون منطقية إلا بقدر ما تسمح بإجراء مقارنات بين أنظمة متماثلة أو بين نظام معين وبنية نظرية (مثلاً، المقارنة مع حد أقصى نظري لكفاءة الطيف)، فدائماً ما تكون جميع نتائج كفاءة الطيف نسبية إلى حد ما.

وبعبارة أخرى، يمكن أن تكون كفاءة الطيف من حيث المبدأ رقماً عشوائياً (مثلاً، 225) يقارَن برقم عشوائي آخر (1032). ويمكن مقارنة أزواج كفاءات الطيف هذه كنسبة لقيمها العشوائية (هنا 225/1032). وبدلاً من ذلك، يمكن إسناد كل كفاءة طيف إلى حد نظري يمكن أن يقيَّس هو الآخر إلى وحدة؛ وفي هذه الحالة تكون جميع كفاءات الطيف دائماً محصورة بين 0 و1. ولكن في كلتا الحالتين، ستقارَن في النهاية قيم كفاءة الطيف بين الأنظمة. ودائماً ما تكون كفاءات الطيف، حتى في حالة التعبير عنها بحدود مطلقة، نسبية فعلياً لأن المقارنات يجب إجراؤها دائماً بين أزواج من كفاءات الطيف هذه.

وتمثل كفاءة الطيف تقديراً كمياً عددياً؛ فهي مقياس قائم على الخصائص المحتملة للأنظمة الراديوية.

1.1.3 الغايات والأهداف

بعد تعريف الحدود، تتمثل المشكلة التي يتعين معالجتها في إطار الأعمال المستقبلية الممكنة المتعلقة بكفاءة الطيف في ما يلي:

- مراعاة نتائج الدراسات والتوصيات السابقة والحالية ذات الصلة بكفاءة الطيف؛
- النظر في التكنولوجيات الراديوية المتاحة حالياً والمحتمل إتاحتها في المستقبل القريب والتي قد تؤثر على كفاءة الطيف للأنظمة الراديوية (بما في ذلك إمكانية تقاسم بعض الأنظمة للطيف)؛
- وضع نهج لتحديد كفاءة الطيف لأي نظام راديوي معين، بحيث يمكن مقارنة قياسات كفاءة الطيف النسبية بين أي نظامين راديويين متماثلين.

وينبغي أن تكون مقاييس كفاءة الطيف واقعية ويمكن أن يفهمها الأشخاص غير المتخصصين وقابلة للتنفيذ في الأنظمة الراديوية المعمول بها وفي دراسات كفاءة النطاق. وقد تشمل عمليات التنفيذ أدوات برمجية.

وقد تشمل الأعمال المستقبلية الممكنة المتعلقة بكفاءة الطيف وضع مقاييس لكفاءة الطيف لمجموعة متنوعة من الخدمات الراديوية. ولا تشمل هذه الأعمال اقتصاديات تنفيذ نُهُج كفاءة الطيف المختلفة وآثارها على فعالية المهمة (مدى جودة أو كفاءة عمل نظام راديوي).

وينبغي وضع مقاييس كفاءة الطيف بشكل يسمح بتطبيقها على أنماط محددة من الأنظمة والخدمات الراديوية.

2.1.3 نُهج كفاءة الطيف

تدعو الحاجة إلى إعادة معالجة تقييم كفاءة الطيف في ظل التقاسم بين الأنظمة والخدمات في كامل النطاقات. لقد أدت زيادة الطلب على النفاذ إلى طيف الترددات الراديوية إلى تجدد الاهتمام الوطني الرفيع المستوى بتحسين كفاءة استخدام الطيف وتوفير المزيد من النفاذ الشامل إلى الطيف. ومن الضروري إجراء استعراض وتقييم شاملين لخصائص الأنظمة التي تعتمد على الطيف والممارسات والسياسات المتعلقة بإدارة الطيف لوضع مجموعة مقبولة من معايير كفاءة الطيف. وينبغي أن يركز الاستعراض بوجه خاص على أساليب كفاءة الطيف ومقاييسها الجديدة التي يمكن تطبيقها على استخدام الطيف. وينبغي أن يشمل أيضاً تفحصاً لكفاءة التكنولوجيات الجديدة والناشئة التي قد تمكّن من تحسين الكفاءة. ويقتضي هذا الأمر إدراج تقاسم الطيف كعنصر جديد هام.

وينبغي وضع مجموعة من مقاييس كفاءة الطيف متعددة الاستعمالات مع عمليات تنفيذ لأنماط محددة من الأنظمة الراديوية والنطاقات الفعّالة من حيث التكلفة والعملية لأغراض التنفيذ التنظيمي من جانب مستعملي الطيف. ويتعين وضع مقاييس محددة لكفاءة الطيف بطريقة تسمح بتطبيقها على المعايير التقنية للأنظمة الراديوية التي تستخدمها الوكالات.

ومن المسلم به أن مقاييس كفاءة الطيف لا تَشغل إلا محوراً واحداً من ثلاثة محاور للنظام الراديوي من أجل الكفاءة وفعالية المهمة والتكلفة. وفي النهاية، يجب النظر في جميع المكونات الثلاثة بالنسبة لجميع الأنظمة الراديوية، حيث إن من الممكن تماماً تصميم وتطوير أنظمة راديوية ذات كفاءة طيف عالية، ولكن قد تكون إما مكلفة بشكل غير عملي أو غير فعالة جداً من حيث المهمة.

وينبغي أن تشمل جميع المهام ما يلي:

- مقترح تفصيلي يتضمن العناصر الواردة أدناه، فيما يتعلق بكل مجال دراسة.
- التعاون مع الوكالات لتحديد النُهُج الكفيلة بتحسين كفاءات الطيف، بما في ذلك معلومات الوكالات ذات الصلة بالأعمال السابقة المتعلقة بالأنظمة والخدمات الراديوية لهذه الوكالات.
- نشر تقرير تقني يتضمن العناصر التالية:
  - نظرة عامة على أعمال كفاءة الطيف التي تم الاضطلاع بها؛
  - استعراض شامل للمؤلفات المتاحة بشأن نتائج الدراسات السابقة لكفاءة الطيف؛
  - تحليل نتائج الدراسات السابقة لكفاءة الطيف.

3.1.3 مثال على إنشاء مقاييس تقنية لكفاءة الطيف

تبين المؤلفات المتعلقة بكفاءة الطيف أن من السهل جداً صياغة مقاييس كفاءة الطيف ولكن ليس من السهل إطلاقاً تنفيذها لفرادى الأنظمة والخدمات الراديوية. وتوفر التوصية ITU-R SM.1046 نقطة انطلاق، في شكل توجيهات بشأن أساسيات إنشاء مقاييس كفاءة الطيف. وعندما يتعلق الأمر بوضع تقييمات فعلية لكفاءة الطيف للأنظمة والخدمات، بما في ذلك على أساس نطاقات الخدمة، ستُستخدم معلمات النظام الراديوي التالية في المقاييس المستقبلية لكفاءة الطيف:

- قدرة المرسِل والتحكم في القدرة
- خفة حركة ترددات المرسِل والخصائص التشغيلية متعددة النطاقات
- عرض نطاق المرسِل
- تشكيل المرسِل
- عرض نبضة المرسِل ومعدل تكرار النبضة (أي دورة التشغيل) للأنظمة النبضية
- البث خارج النطاق (OoB) والبث الهامشي والبث التوافقي للمرسِل
- تشكيلات وأداء هوائي المرسِل
- التحكم المعرَّف بالبرمجيّات في المرسِل
- التحكم الديناميي في المرسِل من أجل تقاسم الطيف
- خصائص الحمولة الزائدة للمستقبِل
- عرض نطاق المستقبِل
- حساسية المستقبِل
- خفة حركة المستقبِل
- قدرات نبذ التداخل في المستقبِل
- أداء هوائي المستقبِل
- التحكم المعرّف بالبرمجيات في المستقبِل بما في ذلك عوامل إدراك الموقع والاستشعار البيئي ومعلومات قواعد البيانات.

1.3.1.3 معلمات المرسِل التي يتعين أخذها في الاعتبار في إطار مقاييس كفاءة الطيف

تؤدي المرسِلات والمستقبِلات أدواراً مكافئة في حجب الطيف والحد من كفاءته. ويرد أدناه وصف لخصائص المرسِلات والمستقبِلات التي من المرجح إدراجها في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف.

1.1.3.1.3 قدرة المرسِل والتحكم في القدرة

تحجب قدرة المرسِل المستعملين الآخرين؛ وغالباً ما يرتبط خفض القدرة بتقليل الحجب وزيادة كفاءة الطيف، على أن تبقى جميع العوامل الأخرى ثابتة. ويمكن أن يكون التحكم في القدرة عاملاً مهماً في كفاءة الطيف الإجمالية وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

2.1.3.1.3 خفة حركة ترددات المرسِل والخصائص التشغيلية متعددة النطاقات

خفة حركة الترددات هي القدرة على تغيير الترددات استجابة للظروف المتغيرة داخل نظام راديوي واستجابة لعوامل البيئة الراديوية الخارجية. ومن شأن خفة حركة الترددات أن تحسن من كفاءة الطيف. كما أن بعض الأنظمة يمكنها العمل في أكثر من نطاق راديوي واحد بحيث تغير النطاقات تفادياً للتداخل على بعض أنظمة المستقبِلات. ويمكن أن تحسن الخيارات التشغيلية متعددة النطاقات من كفاءة الطيف، لذا يتعين إدراجها في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

3.1.3.1.3 عرض نطاق المرسِل

عرض النطاق هو عبارة عن عامل حجب أولي في التعريف المقبول لكفاءة الطيف. وتفضَّل عموماً عروض نطاق أضيق لتحسين كفاءة الطيف. بيد أن الكثير من الأنظمة الحديثة يتطلب تشغيلها عروض نطاق كبيرة. ومع ذلك، تنطوي عروض النطاق الواسعة هذه على فرص للعمل في دورات تشغيل منخفضة وفي كتل موارد ضيقة نسبياً يمكن أن تسمح لعدد أكبر من المستعملين بالتقاسم في التراكبات المعتمدة على الوقت. وينبغي، عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل، مراعاة هذه الفرص من أجل الأنظمة الراديوية ذات عرض النطاق الأوسع.

4.1.3.1.3 تشكيل المرسِل

يرتبط التشكيل بكفاءة الطيف، ولكن ليس كعرض النطاق؛ وينبغي أن يكون التشكيل من الاعتبارات الهامة في أي مقياس لكفاءة الطيف. وعلى الرغم من أن بعض مخططات التشكيل قد تكون ظاهرياً أكثر كفاءة من غيرها، فإن من الممكن أن تكون هناك علاقة عكسية بين كفاءة الطيف لمخطط تشكيل ومتانة التشكيل أمام التداخل. وقد تعني هذه العلاقة العكسية أن مخطط تشكيل أكثر كفاءة يتطلب سوية أعلى للقدرة المرسَلة من أجل التخفيف من التداخل أو منعه، ما يؤدي بعد ذلك إلى خفض كفاءة الطيف في أغلب الأحيان. وينبغي تناول المعاوضات المرتبطة باختيار التشكيل عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

5.1.3.1.3 عرض نبضة المرسِل ومعدل تكرار النبضة (دورة التشغيل) للأنظمة النبضية

تستعمل الأنظمة النبضية (رادارات عادةً ولكن منارات أحياناً) توليفات من عرض النبضة ومعدل تكرار النبضة؛ ويطلق على نسبة عرض النبضة إلى معدل تكرار النبضة اسم "دورة التشغيل". وغالباً ما يكون تقاسم دورات التشغيل المنخفضة مع الأنظمة الراديوية الأخرى أفضل منه مع دورات التشغيل الأعلى. بيد أن الاتجاه التصميمي السائد في السنوات الأخيرة تمثل في استخدام دورات تشغيل أعلى لأن المرسِلات ذات الحالة الصلبة لا تستطيع إدارة متطلبات مهماتها بشكل جيد جداً مع الإرسالات ذات دورة التشغيل المنخفضة؛ وغالباً ما يمكن لمرسِلات الأنبوب القديمة عالية القدرة التي تستخدم دورات تشغيل منخفضة أن تتقاسم الطيف بشكل أفضل من نظيراتها الأحدث ذات الحالة الصلبة. وينبغي أن يمثل تفحص عوامل دورة التشغيل خاصية من خصائص وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

6.1.3.1.3 البث خارج النطاق والبث الهامشي والبث التوافقي للمرسِل

في نظرية المعلومات، عرض النطاق هو أي عرض للقناة يكون ضرورياً لدفع قدر معين من البيانات على أساس كل وحدة زمنية. ويمكن تطبيق (بل يطبَّق) هذا التعريف مباشرة على الأنظمة وحيدة القناة. بيد أن كفاءة الطيف ينبغي ألا تقتصر على معالجة عرض نطاق البيانات. ويجب أن تعالج أيضاً كمية عرض النطاق التي يشغلها نظام مسبقاً قبل أن يتمكن نظام آخر (أو حتى قناة أخرى في نفس النظام) من استعمال قناة أخرى مجاورة. ولا يرتبط عرض النطاق هذا حقاً بحد شانون، أو على الأقل يرتبط به ارتباطاً ضعيفاً فقط. وهذا هو عرض نطاق البث خارج النطاق والبث الهامشي في نظام راديوي. ولئن كان عرض النطاق هذا غير وارد عادة ضمن الخصائص المبلغ عنها لمعظم الأنظمة الراديوية، فإن بإمكانه أن يكون عاملاً رئيسياً في تحديد كفاءة الطيف لأي نظام راديوي معين. وبالمثل، يؤدي البث التوافقي دوراً في كفاءة الطيف.

ومن بالغ الأهمية فهم أن سويات البث خارج النطاق والبث الهامشي والبث التوافقي تختلف عن حدود القناع التنظيمية المفروضة على هذه السويات. وتقل سويات البث خارج النطاق والبث الهامشي والبث التوافقي في معظم الأنظمة الراديوية كثيراً (عشرات الديسيبل غالباً) عن حدود الأقنعة المطبقة. وبالتالي، ينبغي عدم استخدام حدود القناع في دراسات كفاءة الطيف. ويتعين تحديد السويات الفعلية للبث خارج النطاق والبث الهامشي والبث التوافقي واستخدامها عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل، حيثما كان ذلك ممكناً.

7.1.3.1.3 تشكيلات وأداء هوائي المرسِل

غالباً ما ترتبط حزم الهوائي الأضيق ذات سويات الكسب الأعلى بتحسين كفاءة الطيف. ويمكن لمخططات الهوائي المشكَّلة والموجَّهة إلكترونياً أن توفر قدراً أكبر من كفاءة الطيف بالمقارنة مع مخططات الهوائي الساكنة. وينبغي أن يكون توصيف مخططات الهوائي بدقة جزءاً هاماً من عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

8.1.3.1.3 التحكم المعرَّف بالبرمجيّات في المرسِل

قد تسمح عمليات التحكم المعرَّف بالبرمجيات (SDC) في المرسِلات بتعديلات دينامية لتشكيلات المرسِلات التي يمكن أن تحسن بدورها من كفاءة الطيف للمرسِلات. ويمكن أن يؤدي التحكم المعرَّف بالبرمجيات في أساليب المرسِلات دوراً هاماً في تحسين التقاسم بين الأنظمة الراديوية، وينبغي إدراجه في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل حيثما كان ذلك ممكناً.

9.1.3.1.3 التحكم الدينامي في المرسِل من أجل تقاسم الطيف

تضمنت مقاييس كفاءة الطيف عادةً عوامل من قبيل عرض النطاق لكل مستعمل ولكل وحدة من وحدات المناطق المشمولة بالخدمة. وتضمنت أيضاً عوامل لعرض النطاق من قناة إلى قناة (مثلاً، إلى أي حد يمكن أن تكون قنوات الاتصال ضيقة، وإلى أي حد يمكن المباعدة بين القناة والقناة التالية). ولكن في هذا العصر، يتعين النظر في عامل جديد تماماً: إمكانية التقاسم (أو عدم التقاسم) بين أنواع مختلفة من الأنظمة. فمن الممكن، على سبيل المثال، تصور أن نظاماً A يتسم إلى حد ما بكفاءة طيف عالية لا يتقاسم تماماً، أو لا يتقاسم جيداً، مع نظام من نوع آخر، النظام B، ومن ثم، يؤدي النظام A في حد ذاته عملاً ممتازاً في استخدام الطيف، ولكنه يتطلب توزيعاً حصرياً أو شبه حصري للطيف للقيام بذلك. ومع ذلك، إذا وضعنا في الاعتبار نظاماً ثالثاً، النظام C الذي هو أقل كفاءة نسبياً من النظام A، فإن النظامين B وC يمكنهما التقاسم فيما بينهما بشكل جيد. وهما لا يتطلبان توزيعات أو تخصيصات حصرية للطيف من أجلهما لأنهما يتقاسمان الطيف فيما بينهما. كيف يتعين اعتبار كفاءة النظام A (كفاءة عالية عند اعتبار النظام بمفرده وبشكل مستقل، ولكن مع احتمال ضئيل أو منعدم للتقاسم)، بالنسبة إلى النظامين B وC، اللذين كل منهما أقل كفاءة إفرادياً، ولكن يتقاسمان الطيف بشكل جيد فيما بينهما؟ ويتعين تناول مسألة كيفية مراعاة التحكم الدينامي في تقاسم الطيف بين مختلف أنواع الأنظمة الراديوية هذه عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

2.3.1.3 معلمات المستقبِل التي يتعين أخذها في الاعتبار في إطار مقاييس كفاءة الطيف

تكتسي المستقبلات نفس القدر من الأهمية التي تكتسيها المرسِلات في تقييم كفاءة الطيف. وتتطابق معظم خصائص المرسِل التي ينبغي تقييمها في دراسات كفاءة الطيف مع الخصائص التماثلية (أو التماثلية عكسياً) لكفاءة الطيف للمستقبِل. ويرد وصف هذه الخصائص أدناه.

1.2.3.1.3 خصائص الحمولة الزائدة للمستقبِل

كل زيادة في حمولة المستقبِل عند مستوى قدرة دخل ما. وقد يرتبط انخفاض عتبات الحمولة الزائدة بانخفاض كفاءة الطيف. وينبغي تقييم خصائص الحمولة الزائدة (مثل الانضغاط بمقدار 1 dB ومستويات قدرة التشبع الديناميي النهائي) لجميع المستقبِلات في الدراسات المستقبلية لكفاءة الطيف. ونظراً إلى أن هذه الخصائص غالباً ما تكون غير معروفة، فقد يتعين تحديدها من خلال حملات قياس تدعم وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

2.2.3.1.3 عرض نطاق المستقبِل

في نظرية الهندسة الكهربائية الأساسية، ينبغي مواءمة عروض نطاق المستقبِلات مع عروض نطاق المرسِلات لتحقيق التشغيل الأمثل لكفاءة الطيف. ومع ذلك، هناك حالات يجب أن تتجاوز فيها عروض نطاق المستقبِلات إلى حد كبير المتطلبات الظاهرية لتشكيل معين. ومن الأمثلة على ذلك مستقبِل يجب أن يحقق خصائص طور ممتازة؛ ويتطلب القيام بذلك ضرورة عدم استعمال ترشيح جدار الطوب الحاد، وضرورة أن يتجاوز عرض نطاق المستقبِل عرض نطاق الإشارة التي يجري استقبالها. وينبغي تقييم هذه الخصائص والمتطلبات والإبلاغ عنها واستخدامها عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

3.2.3.1.3 حساسية المستقبِل

حساسية المستقبِل هي درجة اقتراب ضوضاء المستقبِل من الحدود النظرية التي تفرضها قوانين الديناميات الحرارية. ومع أن الحساسية العالية (نهج قريب من الحد الديناميي الحراري) تعتبر عادة شيئاً جيداً في التصميم الراديوي، فإنها يمكن أن تسبب أيضاً إشارات غير مرغوبة وضوضاء من شأنها أن تؤثر سلباً في تصميم المستقبِلات بمسويات منخفضة نسبياً للقدرة المستقبَلة. (ولكن يرجى الإحاطة علماً بأن حساسية المستقبِل لا تشكل أحياناً مصدر قلق كبير مثل نسبة قدرة الإشارة المرغوبة إلى مستوى الضوضاء الداخلية المتأصلة في المستقبِل). وحساسية المستقبِل عامل بالغ الأهمية في معرفة المستويات التي سيحدث فيها تداخل ضار ناجم عن الإشارات غير المطلوبة والضوضاء. وقد تدعو الحاجة في كثير من الحالات إلى قياس هذه الحساسية لأنها لا تكون دائماً معروفة لجميع أنظمة المستقبِلات. وفي جميع الأحوال، يتعين تحديد خصائص هذه المعلمة لجميع المستقبِلات المعنية عند وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

4.2.3.1.3 خِفة حركة ترددات المستقبِل

ينبغي أن تعبر خِفة حركة ترددات المستقبِل عن خِفة حركة المرسِل؛ وترتبط زيادة خِفة الحركة بزيادة كفاءة الطيف. وينبغي إدراج القدرات المتعلقة بخِفة حركة الترددات لكل نظام راديوي في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

5.2.3.1.3 قدرات نبذ التداخل في المستقبِل

يمكن أن تؤثر منحنيات استجابة الطرف الأمامي للترددات الراديوية والترددات المتوسطة (IF) للمستقبِل تأثيراً كبيراً على مقاومة التداخل، وبالتالي على كفاءة الطيف. ولسوء الحظ، عادةً ما لا تكون منحنيات الاستجابة هذه متاحة للكثير من المستقبِلات الراديوي، وربما لمعظمها. وينبغي استخدام منحنيات الاستجابة الفعلية كلما أمكن في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل.

6.2.3.1.3 خصائص ترشيح ونبذ القناة المجاورة للمستقبِل

إلى حد ما، كلما كانت خصائص ترشيح ونبذ القناة المجاورة للمستقبِل أفضل (أضيق)، كانت كفاءة الطيف الخاصة به أفضل. ولكن، كانت هناك حالات قدم فيها أداء المستقبِل بعرض نطاق أضيق (مثلاً بالاستعاضة عن قنوات راديوية متنقلة برية ذات عرض نطاق مقداره 12,5 kHz بقنوات ذات عرض نطاق مقداره 6,25 kHz) فوائد وهمية في كفاءة الطيف لأن نبذ القناة المجاورة لهذه الأنظمة الراديوية كان ضعيفاً لدرجة اقتضاء أن يكون التنفيذ الفعلي لترتيب القنوات في الأنظمة الراديوية مقتصراً على مباعدة بين القنوات مقدارها 12,5 kHz. وبالتالي، إن كان ينبغي إدراج هذه المعلمة في عملية وضع مقاييس كفاءة الطيف في المستقبل، فينبغي ألا تُدرج بقيمتها الظاهرية، بل ينبغي إدراجها إلى جانب عامل أو أكثر لخفض الوحدة (مثلاً، عامل خفض بقيمة 1,8 مضروباً في عرض القناة) للتعبير عن المباعدة الفعلية بين القنوات التي يمكن تحقيقها.

7.2.3.1.3 أداء هوائي المستقبِل

كلما زاد كسب (زادت اتجاهية) هوائيات المستقبِل، تحسنت عادةً كفاءة الطيف الخاصة بالنظام. ومن شأن تشكيل الحزم وتوجيهها إلكترونياً لتتبع الإشارات المرسَلة توفير كفاءة طيف أفضل، وإن كان ذلك على حساب زيادة تعقيد النظام. ويمكن أن يؤدي توجيه الحزم المتحكم فيه إلكترونياً والتحكم في الكسب إلى تحسين كبير لكفاءة الطيف الخاصة بالمستقبِلات عن طريق تحقيق مزيد من الكسب على الإشارات المرغوبة وفي الوقت نفسه نبذ الطاقة الناجمة عن الإشارات غير المطلوبة والضوضاء. وينبغي أن تتضمن مقاييس كفاءة الطيف في المستقبِل عوامل تأخذ في الحسبان تشكيل حزم الهوائي وأدائها وأن تراعي مزايا التحكم الإلكتروني في حزم الهوائي.

8.2.3.1.3 التحكم المعرّف بالبرمجيات في المستقبِل بما في ذلك عوامل إدراك الموقع والاستشعار البيئي ومعلومات قواعد البيانات

يمكن أن يسمح التحكم المعرَّف بالبرمجيات (SDC) في المستقبِلات بتعديلات تشكيل متحكم فيها ديناميا من شأنها أن تحسن كفاءة الطيف للمرسِلات. وقد تنطوي هذه الميزة في بعض المستقبِلات الحديثة على إمكانات كبيرة لتحسين كفاءة الطيف. وينبغي النظر في بيئتين أساسيتين للتحكم SDC، هما: التقاسم بين الأنظمة الراديوية والخدمات حيث يستخدم كلا جانبي ترتيب التقاسم التحكم SDC، مقابل التقاسم حيث يستخدم جانب واحد فقط للتقاسم الأنظمة الراديوية للتحكم SDC. وتنطبق الحالة الأولى على النطاقات التي لا توجد فيها أنظمة تقليدية وتجري فيها هندسة التقاسم من البداية. والحالة الثانية، التي من الأرجح حدوثها بشكل عام، هي الحالة التي يتعين فيها على الأنظمة القديمة التي لا تمتلك ميزات التحكم SDC أن تتقاسم مع الأنظمة الأحدث المزودة بالتحكم SDC. وفي هذا الوضع الأكثر انتشاراً، يمكن استعمال ميزات التحكم SDC للأنظمة الراديوية الأحدث ليتسنى لها العمل حول الأنظمة التقليدية في نفس النطاق. وفي كلتا الحالتين، يمكن أن يشمل التحكم SDC عوامل إدراك الموقع والاستشعار البيئي ومعلومات قواعد البيانات. وينبغي أن تأخذ قياسات كفاءة الطيف المستقبلية في الاعتبار بشكل بارز استخدام التحكم SDC كعامل، في سيناريوهات التقاسم على وجه الخصوص.

2.3 دراسة الحالة 2

يوصى في التوصية ITU-R SM.1046-3 باستخدام المجال المركَّب من عرض النطاق والمكان والوقت كمقياس لاستخدام الطيف – "عامل استخدام الطيف"؛ وبحساب كفاءة استخدام الطيف (SUE)، أو فعالية الطيف باختصار، من خلال تحديد التأثير النافع الناتج عن الأنظمة الراديوية بفضل استخدام الطيف وعامل استخدام الطيف. ومن الواضح أن كفاءة (استخدام) الطيف تتعلق بالآثار المفيدة. وقد أجرت بعض الإدارات دراسات عن العوامل الرئيسية لتقييم كفاءة استخدام الطيف، ويمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل في الملحق 4 بهذا التقرير.

4 تقدير القيمة الاقتصادية للطيف

في هذا القسم، أجري تحليل موجز لأمثلة للعوامل التي قد تؤثر على قيمة الطيف. وقُدمت بعض دراسات الحالة للعلم فقط، وتم إدراجها في الملحق 2 بهذا التقرير.

تمثل موارد الطيف الراديوي عامل إنتاج مهماً لتعزيز التنمية الاجتماعية. ومع تعميق الإصلاحات الاقتصادية في مختلف البلدان والتطور السريع لصناعة الاتصالات الراديوية، أدرك الجمهور تدريجياً قيمة التردد الراديوي كمورد. والطريقة التي تتم بها إدارة موارد الطيف من خلال وسائل التدخل الإداري غير متوازنة من حيث كفاءة استخدام الطيف والتوزيع غير العقلاني للأعمال، وما إلى ذلك. وأصبح التناقض يظهر أكثر فأكثر، ما أثر بشكل خطير على تطوير الصناعات ذات الصلة. وشرعت بعض البلدان في دراسة نظرية وأساليب تسويق موارد الطيف منذ سبعينيات القرن الماضي، وأنشأت الآن آلية فعالة لمزادات موارد الطيف.

وتقدير القيمة الاقتصادية للطيف أمر معقد جداً. وهناك أساليب كثيرة لتقدير القيمة الاقتصادية للطيف، ولكن لا يوجد معيار يمكن تطبيقه على جميع البلدان. وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على قيمة الطيف. ويركز هذا القسم على جانبين يتمثلان في العوامل المؤثرة القائمة على السوق والعوامل المؤثرة غير القائمة على السوق. فالعوامل المؤثرة القائمة على السوق تراعي بصورة رئيسية المستعملين القائمين وتكاليف التحرير ومدة الترخيص والموقع وقوة الترددات الراديوية والاستعمال. وتراعي العوامل غير القائمة على السوق بصورة رئيسية عامل السياسة العامة وعامل خصائص التردد وعامل نضج الصناعة ونوع الصناعة وحجم المستعملين فضلاً عن الفوائد الاجتماعية والفوائد غير المباشرة. وفي الوقت نفسه، أُدرجت بعض نماذج القيمة الاقتصادية للطيف المقترحة من السلطات المختصة.

1.4 أمثلة للعوامل المؤثرة على قيمة الطيف

1.1.4 العوامل المؤثرة القائمة على السوق

يتحدد سعر أي مورد في السوق المفتوحة بحسب الطلب عليه والعرض المتاح.

وعند النظر فيما إذا كان ينبغي إعادة توزيع الطيف، يجب على المرء أن يأخذ في الاعتبار عوامل من قبيل الاستعمالات القائمة وتكاليف التحرير ونطاق الترددات والاستعمالات الجديدة المحتملة. ويرد وصف هذه العوامل أدناه.

1.1.1.4 الاستعمالات القائمة

يُقصد بالاستعمالات القائمة الأنظمة التي تعمل بالفعل في نطاق التردد قيد النظر. وعند النظر فيما إذا كان ينبغي إعادة توزيع الطيف، يجب تقدير قيمة النطاق في إطار استعماله الحالي نسبةً إلى الاستعمالات المحتملة الأخرى.

2.1.1.4 تكاليف التحرير

عند النظر فيما إذا كان ينبغي إعادة توزيع نطاق ما، يجب على المرء أن يأخذ في الاعتبار تكلفة التحرير سواء بنقل مواقع الخدمات القائمة أو دفع مقابل لوقف تشغيلها.

3.1.1.4 مدة الترخيص

يشمل عامل الوقت فترة ترخيص الطيف. وتُمنح التكنولوجيات الراديوية المختلفة فترات ترخيص مثلى مختلفة. وخلال فترة الترخيص، كلما طالت المدة، كان استخدام الطيف أكثر كفايةً مع استقرار التكنولوجيا نسبياً. وسيُظهر الطيف قيمة أكبر في هذه الحالة.

4.1.1.4 الموقع

يمثل عدد المستعملين المحتملين لخدمة راديوية في منطقة ترخيص معينة أحد العوامل الرئيسية التي تحدد الطلب على الطيف في هذه المنطقة. ومن العوامل المهمة أيضاً الخصائص الديمغرافية للسكان ومستوى التنمية الاقتصادية. ومن جانب العرض، تتوقف تكلفة نشر النظام على الطوبوغرافيا، وتوفر المدخلات من قبيل الألياف والكهرباء، وتكلفة حيازة مواقع الأبراج.

5.1.1.4 نطاق الترددات الراديوية

تتسم نطاقات التردد المختلفة بخصائص مختلفة للتغطية واختراق الجدار والملاءمة للاستعمالات المختلفة.

وعلاوةً على ذلك، لكل نطاق تردد خصائصه المتعلقة بانتشار الموجات الراديوية. وتسمح نطاقات التردد الأدنى بمناطق خدمة أكبر للأنظمة الراديوية، وبناء على ذلك، سيتطلب المشغل عدداً أقل من مواقع الأبراج لتغطية المنطقة مقارنة بنطاقات التردد الأعلى. فكلما زاد عرض نطاق الترددات، أمكن نقل المزيد من المعلومات بتكلفة معينة، ما يجلب قيمة أكبر.

ويمكن قياس عامل التردد بواسطة التردد وعرض النطاق والتداخل في القناة المجاورة.

6.1.1.4 الاستعمال

تعتمد الاستعمالات المحتملة لنطاق ما على المسائل التنظيمية والتجارية إضافة إلى التردد وعرض النطاق. ويمكن للوائح الطيف أن توزع الطيف من أجل الاستعمال المرن (ما يسمح بالخدمات المتنقلة والثابتة على السواء) أو بشكل ضيق لغرض واحد كالإذاعة التلفزيونية. ويؤدي توسيع الاستعمالات المسموح بها إلى زيادة قيمة الطيف مع تساوي الأشياء الأخرى. ويؤثر على قيمة النطاق أيضاً توافر وتكلفة الأجهزة التي يمكنها العمل في هذا النطاق. فعلى سبيل المثال، تكون قيمة نطاق ما أكبر بقدر ما يُستعمل النطاق على الصعيد الدولي لأغراض خدمة متنقلة وتكون الأجهزة المتنقلة متاحة بشكل واسع وبتكلفة منخفضة. وبإمكان التكنولوجيات الراديوية الجديدة أن تحسن استعمال الطيف وتزيد من كفاءة الطيف، أو بإمكانها استحداث خدمات مبتكرة جديدة من شأنها أن تحقق قيمة اقتصادية عالية. ويؤدي عامل التكنولوجيا دوراً في تقييم كفاءة الطيف والقيمة الاقتصادية للطيف.

7.1.1.4 خيار التخلي عن الطيف

اعتمد مزاد الطيف في مختلف البلدان الدفع بالتقسيط لأنه يوفر مجالاً لتعزيز النفقات الرأسمالية من جانب المشغل. ومع التغير السريع في التكنولوجيات، أصبح من الصعب التنبؤ بفائدة نطاق ما على المدى الطويل. وقد أدى ذلك إلى نشوء متطلب حيث يمكن للمشغلين الخروج من الطيف المحصل عليه وتحقيق وفورات في مدفوعات الأقساط المستقبلية. وقد تؤثر هذه الأحكام على القيمة الاقتصادية للطيف.

8.1.1.4 خيار تأجير الطيف

مع ظهور تكنولوجيا الجيل الخامس، تعزز طلب الصناعة على الطيف لأغراض الاستعمال الخاص. ومن شأن خيار تأجير مقدمي خدمات الاتصالات (مشغلي الشبكات المتنقلة) الطيف للمستعملين من القطاع الخاص الصناعي أن يتيح لمقدمي خدمات الاتصالات تدفقاً إضافياً للإيرادات. وسيعود هذا الخيار بالفائدة أيضاً على المستعملين من القطاع الخاص الصناعي للوفاء بمتطلباتهم من الطيف لأتمتة القطاع، وغير ذلك. وقد يؤثر هذا الأمر على كفاءة الطيف وقيمته الاقتصادية.

2.1.4 العوامل المؤثرة غير القائمة على السوق/مسابقات اختيار الأفضل أو جلسات التقييم للمقارنة

في عملية المقارنة، تتم مقارنة مؤهلات كل من المتقدمين بطلب المنافسة على الطيف بصورة رسمية استناداً إلى معايير وطنية راسخة ومنشورة. (قد تشمل هذه المعايير عادةً السكان الذين ستقدم لهم الخدمة، وجودة الخدمة، وسرعة تنفيذ الخدمة). وتحدد هيئة إدارة الطيف أفضل مقدم طلب مؤهل لاستخدام الطيف وتمنحه الترخيص.

وخلال منح الطيف، سيكون أهم عمل تقوم به الإدارة الوطنية تحديد رسوم الترخيص. وهناك عدة عوامل مؤثرة.

1.2.1.4 السياسة العامة

تتأثر رسوم ترخيص الطيف بعامل السياسة العامة. فكلما زادت أو ارتفعت *مرونة* شروط الترخيص زادت قيمة الطيف. وكلما مُنح حاملو التراخيص قدراً أكبر من المرونة لتطبيق التقنيات الجديدة وإطلاق التطبيقات الجديدة، زادت قيمة الترخيص (والطيف).

2.2.1.4 خصائص الترددات

تتسم نطاقات التردد المختلفة بخصائص مختلفة، مثل اختلاف الانتشار وخسارة المسير. وبالنسبة للخدمات المختلفة، هناك خصائص مختلفة تؤثر على حساب الرسوم.

3.2.1.4 نضج الصناعة

أثناء منح ترخيص الطيف، ينبغي النظر في عامل نضج الصناعة لتحديد رسم مناسب للترخيص.

ويعبر النضج الصناعي عن اكتمال النمو الصناعي ويمكن تقسيمه إلى أربع مراحل هي، المرحلة الأولية ومرحلة الحضانة ومرحلة التطوير ومرحلة النضج. فالمرحلة الأولية هي مرحلة الصناعة التي يهيمن عليها البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا. ويتمثل النشاط الرئيسي في إجراء البحث والتطوير الأساسيين في مجال التكنولوجيا؛ وأما مرحلة الحضانة، فهي مرحلة تنمية الصناعة بقيادة التكنولوجيا، وهي تبين ما إذا كانت منتجات الصناعة أو خدماتها قد حققت التطبيق التجاري. ومع ترويج التطبيقات التجارية، تم تأكيد مزايا المنتجات أو الخدمات من حيث الأداء والتكلفة؛ ومرحلة التطوير هي مرحلة التطور السريع للصناعة التي تقودها السوق. وبعد نجاح الترويج والإثبات في السوق على نطاق واسع، تجذب السوق عدداً كبيراً من المنافسين لدخولها، وفي الوقت نفسه، يمكن أن يحافظ حجم مبيعات المنتجات أو الخدمات على معدل نمو مرتفع نسبياً لفترة من الزمن؛ ومرحلة النضج هي مرحلة التطور الصناعي التي تسيطر عليها السلسلة الصناعية، ما يحدد التشكيل الأساسي للسلسلة الصناعية وتطبيق المعايير الصناعية وتحسين السلسلة الصناعية.

وفي المرحلة الأولية للصناعة، يتمثل العمل الأساسي في إجراء البحوث التقنية، ويمكن النظر في تعزيز تطوير التكنولوجيا من خلال استخدام تردد الاختبار. وفي مرحلة الحضانة الصناعية، يكون حجم الصناعة صغيراً نسبياً. ولتشجيع تشكيل الصناعة، يمكن خفض رسوم ترخيص الطيف بشكل مناسب لتحفيز تطوير الصناعة. وفي مرحلة التطوير الصناعي، يزيد التطور السريع للصناعة من القيمة الاقتصادية للطيف، ويمكن زيادة رسوم ترخيص الطيف بشكل مناسب لتحسين كفاءة استخدام الطيف. وفي مرحلة النضج الصناعي، تطبَّق المعايير الصناعية، ويرتبط الطيف ارتباطاً وثيقاً بعرض المنتجات أو الخدمات والطلب عليها، وتحدَّد القيمة الاقتصادية للطيف بأخذ قيمة الصناعة في الاعتبار.

4.1.2.4 نوع وحجم المستخدمين من الصناعات

تختلف احتياجات الصناعات المختلفة من موارد الطيف وتطبيقاتها لها. فبعض الصناعات تعتمد على موارد الطيف بدرجة عالية، مثل الاتصالات المتنقلة العامة والطيران المدني وسفن الشحن. ومن السمات المميزة لهذه الصناعات درجة ارتباطها العالية بالترددات الراديوية. وتستخدم صناعات أخرى موارد الطيف بدرجة أقل ولديها وسائل اتصالات سلكية أخرى غير الاتصالات الراديوية، ودرجة الارتباط ليست عالية. وفي مجال التطبيقات الراديوية، قد يأتي مزايدون مختلفون من صناعات مختلفة.

لذا فإن حجم المستعملين يختلف أيضاً. وبعض المزايدين لديهم عدد قليل من المستعملين، ولكنهم يحتاجون إلى مزيد من موارد الطيف. وفي هذه الحالة، يتعين دراسة حجم احتياجات المستعملين لتحديد ميزته التنافسية.

5.2.1.4 الفوائد الاجتماعية والفوائد غير المباشرة

تعد الفوائد الاجتماعية والفوائد غير المباشرة من العوامل الهامة في تقييم أهمية تصريح استخدام الطيف الراديوي. وتظهر هذه العوامل في التنمية الاجتماعية والاقتصادية، وفي شعور الناس بالسعادة والراحة. بيد أن من الصعب حساب هذه الفوائد وعرضها باستخدام مؤشرات كمية. ومن المعروف أن الفوائد الاجتماعية والفوائد غير المباشرة هي عوامل مرجعية مهمة بالنسبة لإدارة الاتصالات الراديوية لتصريح استخدام الطيف. ففي حالة مسابقات اختيار الأفضل أو المزايدات، يتعين على دوائر الإدارة تقييم الفوائد الاجتماعية والفوائد غير المباشرة لموارد الطيف الموزعة.

2.4 نماذج يمكن استخدامها لتقدير قيمة الطيف (للعلم فقط)

خلال الدراسة، اقترحت الإدارات بعض النماذج (لمزيد من التفاصيل، يرجى الاطلاع على ملحقات هذا التقرير) التي يمكن استعمالها لتقدير قيمة الطيف.

ومع ذلك فإن النماذج المستعملة لتقدير القيمة الاقتصادية للطيف تعتمد على العديد من العوامل المختلفة (مثل الخدمات الراديوية وعرض النطاق ومناطق الخدمات ونطاق التردد وموقع نطاق التردد والحالة الاقتصادية للبلد الذي يجرى فيه التقييم، وما إلى ذلك) فضلاً عن المعايير التي يصعب إدراجها بصورة شاملة تنطبق على جميع البلدان. وبالتالي، فإن هذه العناصر والمعلومات تعبر بالكاد عن وجهات نظر العضو المساهم، لذا قد لا تكون ضرورية لتغطية حالة البلدان الأخرى.

ومن ثم، يُنظر في هذه الملحقات للعلم فقط.

5 ملخص

أجرى هذا التقرير دراسات حالة ذات صلة بشأن تقييم كفاءة الطيف وتقدير القيمة الاقتصادية للطيف، من أجل تقديم معلومات إلى مختلف الهيئات المختصة لتحسين استخداماتها لموارد الطيف النادرة، وقياس الأثر المحفِّز للطيف على الاقتصاد الوطني، وصياغة الاحتياجات من الطيف وتخطيطه على الصعيد الوطني. ومن الضروري بالطبع مراعاة أن البلدان المختلفة قد تكون لديها آليات مختلفة لتقييم كفاءة الطيف وتقدير قيمته الاقتصادية.

الملحق 1

دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف من خلال الناتج المحلي الإجمالي

1 تحليل المساهمة الاقتصادية المباشرة في الناتج المحلي الإجمالي

نظراً إلى أن خدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية بإمكانهما تحقيق إيرادات، فإن المساهمة الاقتصادية المباشرة في الناتج المحلي الإجمالي تشير أساساً إلى هاتين الخدمتين.

وبالنسبة لخدمة الاتصالات، يشمل دخل الشركات خدمة الاتصالات المحلية الثابتة وخدمة الاتصالات المتنقلة وخدمة الاتصالات الساتلية. ومن بين هذه الخدمات، تقوم خدمة الاتصالات المتنقلة والخدمة الساتلية على الطيف الراديوي. وتحدَّد خدمة الاتصالات من أجل المساهمة الاقتصادية المباشرة في الناتج المحلي الإجمالي على النحو المبين أدناه:

$C1$: (دخل خدمة الاتصالات المتنقلة + دخل خدمة الاتصالات الساتلية) / الناتج المحلي الإجمالي في نفس السنة X 100% (1-A1)

حيث:

$C1$: المساهمة المباشرة لخدمة الاتصالات في الناتج المحلي الإجمالي.

وفيما يتعلق بالخدمة الإذاعية، يمكن تحديد المساهمة الاقتصادية المباشرة في الناتج المحلي الإجمالي على النحو التالي:

$C2$: دخل الخدمة الإذاعية/الناتج المحلي الإجمالي في نفس السنة X 100% (2-A1)

حيث:

C2: المساهمة المباشرة للخدمة الإذاعية في الناتج المحلي الإجمالي.

2 تحليل المساهمة الاقتصادية الإضافية في الناتج المحلي الإجمالي

بالنسبة لخدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية، يُفترض تأثير مساهمة الصناعة بدلالة الناتج المحلي الإجمالي كالتالي $Y = f(X, \text{Con})$. وفي الدالة، يعني الرمز Y الناتج المحلي الإجمالي، ويعني الرمز Con عامل التأثير على الناتج المحلي الإجمالي باستثناء خدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية، ويعني الرمز X مساهمة خدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية في الناتج المحلي الإجمالي. ويمكن استعمال المعادلات الرياضية الواردة أدناه:

$$\ln Y = \text{Con} + \beta \ln X + \varepsilon \quad \text{(3-A1)}$$

ومن خلال تحليل الانحدار الخطي الوحدوي والبيانات السنوية لدخل خدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية والناتج المحلي الإجمالي في السنة نفسها، يمكن الحصول على المعاملين β وε. ومن خلال تحليل الانحدار الخطي الوحدوي، يمكن الكشف عن العلاقة بين خدمة الاتصالات والخدمة الإذاعية والناتج المحلي الإجمالي.

ولحساب الفوائد الاقتصادية التي يساهم بها تنفيذ التكنولوجيات اللاسلكية الجديدة في الصناعات التقليدية، يمكن تقدير دعم حجم الإنتاج لهذه الصناعات التقليدية التي نُفذت فيها التكنولوجيات اللاسلكية الجديدة. ويرد فيما يلي الوصف التفصيلي للمنهجية.

وغالباً ما تستخدم معادلة عالمية[2] في مجال الاقتصاد لحساب مقدار الخرج، أي يمكن التعبير عن مقدار الخرج في الفترة t على النحو التالي:

$$OTP_t = HA_t \times f(CAP_t^{WTA}, CAP_t^{NWTA}, LAB_t, MID_t) \quad \text{(4-A1)}$$

حيث:

OTP_t: خرج الفترة t

WTA: تطبيق التكنولوجيا اللاسلكية

HA_t: عامل التقدم التقني خلال الفترة t

CAP_t^{WTA}: رأسمال الجانب المتعلق بالتطبيق WTA المستثمر في الصناعات التقليدية خلال الفترة t (المبلغ التفصيلي باليوان الصيني والدولار الأمريكي والفرنك السويسري، وما إلى ذلك)

CAP_t^{NWTA}: رأسمال الجانب غير المتعلق بالتطبيق WTA المستثمر في الصناعات التقليدية خلال الفترة t

LAB_t: رأسمال الجانب المتعلق بالقوى العاملة المستثمر في الصناعات التقليدية

MID_t: رأسمال الجانب المتعلق بالمنتجات المتوسطة المستثمر في الصناعات التقليدية.

وبعد تحويل المعادلة الرياضية ذات الصلة[3]، تصبح المعادلة (4-A1) كما يلي:

$$d(OTP_t) = d(HA_t) + \boldsymbol{\alpha}_{CAP_t^{WTA}} \times d(CAP_t^{WTA}) + \boldsymbol{\alpha}_{CAP_t^{NWTA}} \times d(CAP_t^{NWTA}) + \boldsymbol{\alpha}_{MID_t} \times d(MID_t) + \boldsymbol{\alpha}_{LAB_t} \times d(LAB_t) \quad \text{(5-A1)}$$

حيث:

$d(OTP_t)$: تفاضل مقياس الناتج الاقتصادي للمجتمع ككل في الفترة t

[2] المرجع: Sun Linlin, Zheng Haitao, Ren Ruoen. *The Contribution of Informatization to China's Economic Growth: Empirical Evidence from Industry Panel Data* [J]. World Economics, 2012, 000(002): 3-25

[3] المرجع: انظر أيضاً المرجع أعلاه.

$\boldsymbol{\alpha}_{xx}$: عامل المساهمة الذي يشير إلى تغير مقدار الخرج الإجمالي الناجم عن انزياح الدخل لكل وحدة من رأس المال في إطار الجانب xx من عوامل الإنتاج.

فعلى سبيل المثال، يشير $\boldsymbol{\alpha}_{CAP_t^{WTA}}$ إلى تغير مقدار الخرج الإجمالي الناجم عن انزياح الدخل لكل وحدة من رأس المال في إطار الجانب المتعلق بالتطبيق WTA.

$\boldsymbol{\alpha}_{xx}$: يمكن الحصول عليه بتحويل مصفوفة ليونتيف المعكوسة[4] في جدول الدخل والخرج[5].

وبعد إجراء تكامل منفصل للمعادلة (A1-5)، يمكن الحصول على التغير المقابل في الخرج الإجمالي الناجم عن تنفيذ التطبيق WTA في الصناعات التقليدية، والذي يمكن التعبير عنه كما يلي:

$$OTP_t^{WTA} = \sum_t^T CAP_t^{WTA} \times \boldsymbol{\alpha}_{CAP_t^{WTA}} \times PPI \quad (6\text{-A1})$$

وفي المعادلة (6-A1) هنا، اعتُبر أن مؤشر أسعار الإنتاج (PPI)[6] يعكس الوضع الفعلي لعوامل التضخم.

OTP_t^{WTA}: التغيير المقابل للخرج الإجمالي الناجم عن تنفيذ التطبيق WTA في الصناعات التقليدية

T: عمر الخدمة الأقصى للمعدات التابعة لرأس المال المستثمر.

ومن أجل استخدام المعادلة (6-A1) بطريقة عملية، ينبغي حساب قيمة CAP_t^{WTA} المحددة.

واستناداً إلى نظرية "أسلوب الجرد الدائم" في مجال الاقتصاد، يمكن التوصل هنا إلى قيمة CAP_t^{WTA} بإضافة دالة زائدية للوقت والكفاءة، والتعبير عنها أخيراً كما يلي:

$$CAP_t^{WTA} = \sum_{x=0}^T I_{t-x} h_x F(x) \quad (7\text{-A1})$$

حيث:

I_{t-x}: استثمار رأس المال الخاص بالتطبيق WTA خلال الفترة t-x، في الصناعات التقليدية

h_x: دالة زائدية للوقت والكفاءة، يمكن أن تعكس خسارة سعة الإنتاج لاستثمار رأس المال الخاص بالتطبيق WTA مقابل الوقت:

$$h_x = (T - x)/(T - 0.8x) \quad (8\text{-A1})$$

x: مدة استعمال المعدات التابعة لرأس المال المستثمر في إطار الجانب المتعلق بالتطبيق WTA في الصناعات التقليدية

$F(x)$: دالة توزيع الاحتمال للتوزيع الطبيعي:

$$F_i(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.5} e^{\frac{(x-u_i)^2}{0.5}} dx \quad (9\text{-A1})$$

μ: عمر الخدمة المتوقع للمعدات، وعمر الخدمة الأقصى يساوي 1,5 أضعاف u_i، وتغاير هذا التوزيع يساوي 0,25

i: يمثل مختلف أنواع المعدات التي يمكن أن يكون عددها 1،2،3... من عتاد الحاسوب وبرمجياته ومعدات الاتصالات.

[4] انظر الرابط: https://en.eustat.eus/documentos/elem_15552/definicion.html.

[5] انظر الرابط: https://en.wikipedia.org/wiki/Input–output_model.

[6] PPI: مؤشر أسعار الإنتاج الذي تعلن عنه عموماً حكومات مختلف البلدان.

الملحق 2

دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف من خلال معلمات الأنظمة

يمكن تمثيل رسوم الخدمة المتنقلة البرية العامة، على سبيل المثال، بالصيغ الوظيفية العامة التالية:

$$F = f(B, C, S, E, FR, FP, FI) \quad \text{(1-A2)}$$

حيث:

F: الرسم المفروض على حامل ترخيص الخدمة المتنقلة البرية

B: عرض النطاق

C: منطقة التغطية

S: مكان الموقع

E: حصرية الاستعمال

FR: التردد

FP: معامل سياسة الإدارة

FI: معامل نضج الصناعة.

الملحق 3

دراسة حالة بشأن تقدير قيمة الطيف استناداً إلى نتائج مزادات الطيف

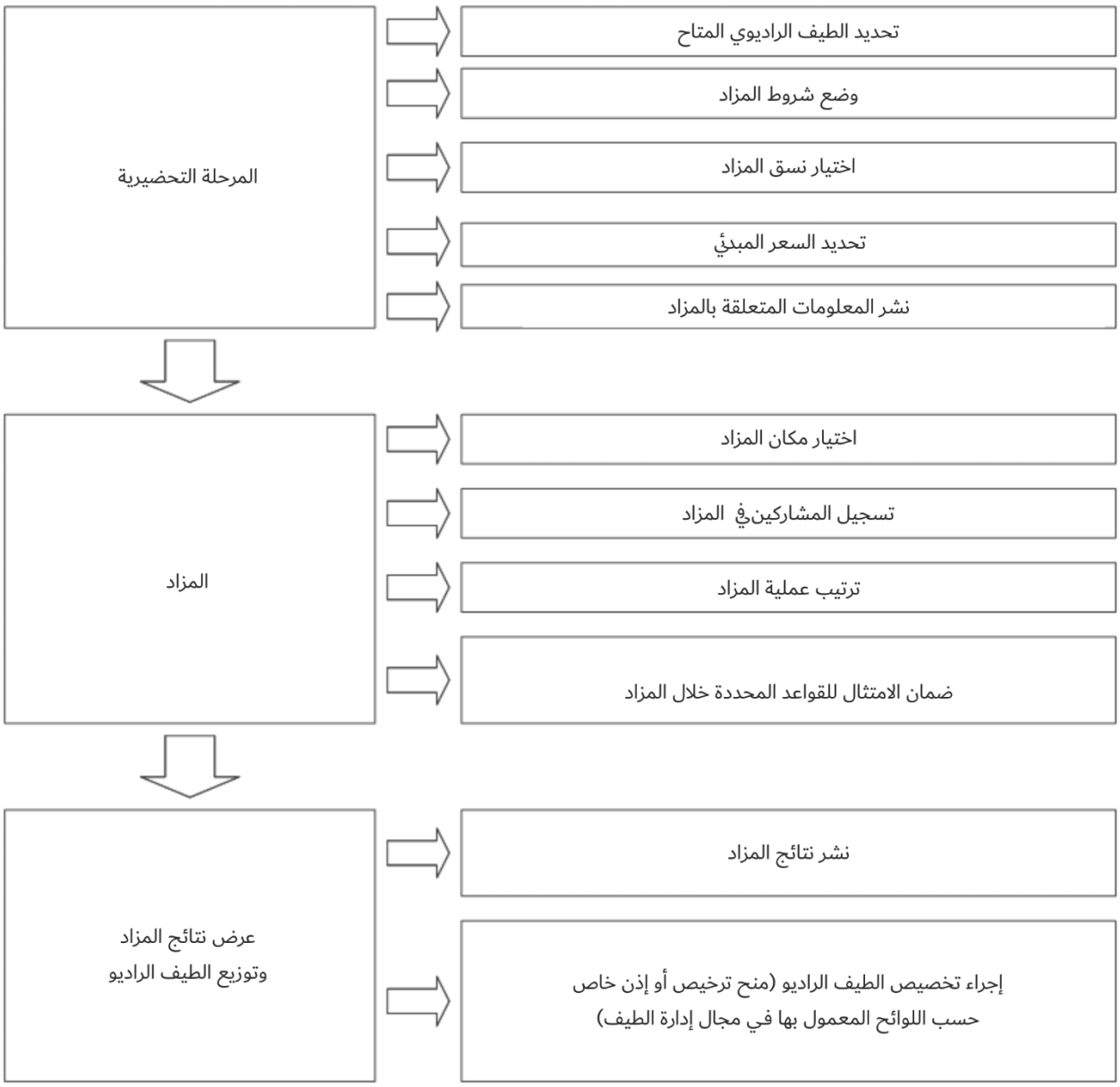
يسمح المزاد بتوزيع الطيف على المشاركين في السوق الذين يكون الطيف بالنسبة لهم ذا قيمة كبرى.

ويمكن الاطلاع على الإجراء التفصيلي لمزادات الطيف في المرفق بالملحق.

يبين الشكل 1-A3 الإجراء التنظيمي العام الخاص بالمزاد.

الشكل 1-A3

الإجراء التنظيمي العام الخاص بمزاد الطيف



Report SM.2523-A3-01

يتضمن الإجراء الخاص بالمزاد ثلاث مراحل.

المرحلة الأولى هي مرحلة تحضيرية. في هذه المرحلة، يحدد منظم المزاد مقدار مورد الطيف الراديوي المتاح الذي يمكن عرضه في المزاد. ويحدَّد الطيف الراديوي المتاح بمراعاة لوائح الراديو، والجدول الوطني لتوزيع الترددات وخطط الاستعمال المستقبلي (إن وجدت).

وبالإضافة إلى ذلك، يحدد منظم المزاد شروط المزاد: تشكيل المجموعات وتحديد السعر المبدئي وعدد خطوات المزاد. ويمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل بشأن الشروط الممكنة في الفقرة 1 من المرفق 1 بهذا الملحق.

ويحدَّد في هذه المرحلة أيضاً نسق المزاد. ويرد وصف أنساق المزاد في الفقرة 2 من المرفق 1 بهذا الملحق.

ويتيح منظم المزاد النفاذ العام إلى شروط المزاد المحددة.

والمرحلة الثانية هي المزاد ذاته.

بعد ذلك ينبغي اختيار السوق الإلكترونية للمزاد. (يتم تعويض تكلفة تأجير السوق من دخل المزاد).

ويقوم منظم المزاد بتسجيل المشاركين والتحقق من ملاءتهم وقبول إيداعاتهم (إذا كانت قواعد المزاد تنص على ذلك) وتنظيم عملية المزاد وضمان الامتثال لقواعده خلال العملية.

وفي المرحلة الثالثة، يعرض منظم المزاد نتائج المزاد وينشرها، ويعلن عن الفائز وعن قيمة المجموعة التي حصل عليها، ويعيد الإيداعات (إذا كانت قواعد المزاد تنص على ذلك)، ويقدم وثائق تصريح استخدام الطيف.

المرفق 1
بالملحق 3

الإجراء التفصيلي لمزادات الطيف

1 العوامل التي تؤثر على المزادات

يمكن أن يكون لشروط المزاد تأثير قوي على نتائج المزاد.

وعند التحضير للمزاد، سيكون من الحكمة النظر في التفاصيل والشروط الخاصة بنوع معين من المزادات.

ويمكن تسليط الضوء على العوامل التالية التي تحدد اختيار نوع معين من مزادات الطيف، والتي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار [P. Crampton, Auctioning the Digital Dividend, 2009; P. Crampton, Spectrum Auctions, University of Maryland, 2001; R. Preston McAfee, The Greatest Auction in History, 2009; P. Cramton, Spectrum Auction Design, 2012]:

- إتاحة المعلومات للمشاركين في المزاد عن عروض بعضهم البعض؛
- ضرورة تحديد تسلسل وضع المجموعات من أجل المزايدة؛
- إمكانية تقديم عروض من أجل سلسلة من المجموعات؛
- انفصال الجولات؛
- تحديد عدد المجموعات؛
- تحديد القدر الأقصى من الطيف الذي يمكن أن يشتريه مشارك واحد؛
- تحديد السعر المبدئي وحجم الإيداع وخطوات المزاد وعدد الجولات؛
- قواعد الدفع؛
- الشروط الخاصة لفرادى المشاركين؛
- شروط إلغاء العرض؛
- قواعد المشاركة في المزاد؛
- قواعد استكمال المزاد.

ويمكن تنظيم المزادات في شكل معلومات مختومة أو مفتوحة حسب *توفر المعلومات المتعلقة بعروض المشاركين الآخرين*.

ويفترض في المزاد المنظم في شكل معلومات مختومة أن تقدم كل شركة عرضاً واحداً فقط، ولا تكون المعلومات المتعلقة بالعرض متاحة للمشاركين الآخرين. وهذا الأمر يساعد على منع التآمر بين المشاركين. ويمكن أن يحقق هذا النوع من المزادات عائداً كبيراً، حيث يكون المشاركون المفترضون غير متساويين *مبدئياً*. ولا يمكن لشركة كبيرة أن تفوز بمجموعة إلا إذا قدمت عرضاً مرتفعاً جداً.

ويفترض في المزاد المنظم في شكل معلومات مفتوحة أن يكون المشاركون على علم بعروض بعضهم البعض. ونتيجة لذلك، يمكنهم تحليل سلوك المنافسين أثناء المزاد. ويسمح ذلك بمنح التراخيص على نحو أكثر كفاءة، لأن المشاركين لديهم قدر كبير من المعلومات لتمكينهم من اتخاذ القرار. ومع ذلك، يزيد خطر التآمر بين الشركات من أجل خفض السعر.

ومن منظور *تسلسل وضع التراخيص للمزاد*، يمكن تنظيم المزاد بنسق متعاقب أو متزامن.

ويفترض في النسق المتعاقب ترتيب التراخيص وبيعها الواحد تلو الآخر أثناء سلسلة من المزادات. وينطوي هذا النسق على العديد من العيوب.

أولاً، تتمثل الصعوبة الرئيسية عند تنظيم مزادات متعاقبة في تحديد ترتيب بيع التراخيص. ومن شأن ترتيب المجموعات باستخدام أي معيار أن يقدم مزايا لبعض المشاركين، ما يؤدي إلى فقدان الموضوعية في منح التراخيص.

ثانياً، مع البيع المتعاقب للتراخيص، تكون المعلومات المتاحة للمشاركين محدودة وكذلك إمكانية استعمالها. وعندما تقدم شركة عرضاً من أجل مجموعة، فإن من المهم التنبؤ بأسعار المجموعات التي ستُطرح في المزاد لاحقاً. ويؤدي ذلك إلى تعقيد استراتيجيات المشاركين والحد من فعالية المزاد بشكل كبير. وفي هذا الصدد، يمكن أن يكون تنظيم مزاد متعاقب أمراً غير فعال عند عرض مجموعات متماثلة أو تكميلية في المزاد.

ثالثاً، كمية المعلومات التي يتلقاها المشغلون خلال المزاد نفسه محدودة. والسبب في ذلك أن الشركات، عند شراء تراخيص لاستعمال الطيف الراديوي، تتخذ قرارات وتغيرها بشأن عروضها التي تبلغ قيمتها مئات الملايين من الدولارات. وتتطلب هذه القرارات عموماً عدة أيام بل عدة أسابيع لكي تحللها الإدارة العليا. ونظراً إلى أن تنظيم مزاد متعاقب ينطوي على بيع العديد من التراخيص خلال اليوم، فإن المشاركين لا تتاح لهم الفرصة لاستعمال المعلومات الواردة بسرعة. ونتيجة لذلك، يتعين على الشركات استخدام مجموعة من الاستراتيجيات المحددة مسبقاً، وقد يؤثر ذلك سلباً على نتائج المزاد.

وينطوي نسق المزاد المتزامن على بيع عدة مجموعات في آن واحد.

وتتمثل الميزة الرئيسية لهذا النوع من المزادات في كونه يتيح للمشاركين تلقي المعلومات واستخدامها بسرعة، فضلاً عن التغيير بين المجموعات. وعندما يصبح سعر الترخيص مرتفعاً جداً بالنسبة للمشتري، فإن هذا الأخير يمكنه تحويل اهتمامه إلى ترخيص آخر، مع تلقي غرامة بسيطة في أسوأ الحالات.

ويتمثل الشرط المهم التالي للمزاد في *إمكانية تقديم عرض للحصول على سلسلة (رزمة) من المجموعات*. ويعرَّف المزاد، حيث يمكن للمشارك تقديم عرض للحصول على مجموعة من التراخيص بدلاً من الحصول على ترخيص فردي، بأنه مزاد توافقي. واقتُرح في البداية ما يلي:

1) السماح بتقديم العروض للحصول على أي عدد من التراخيص وتغيير العرض من خلال المزاد المتزامن المتعدد الجولات حتى نهاية المزاد، أو

2) السماح بتقديم العروض للحصول على عدة تراخيص إقليمية وترخيص وطني واحد.

ويسمح هذا الشكل من المزاد للمزايدين بالإعراب مباشرة عن رغباتهم – حيث تقدم الشركة عرضاً للحصول على عدد من التراخيص التي تحتاج إليها كمجموعة واحدة. وفي الوقت نفسه، تكون المزادات التوافقية أكثر تعقيداً بسبب العدد الكبير من التوليفات الممكنة.

ومن الأسباب الهامة لتأييد هذا النسق من المزادات هو أن السعر الذي يكون المشارك مستعداً لدفعه مقابل الحصول على الترخيص يمكن أن يعتمد على التراخيص الأخرى التي يُحتمل أن يكون قد فاز بها. فعلى سبيل المثال، إذا حصلت شركة ما على ترخيص في منطقة معينة، فإن التراخيص في منطقة أخرى تكون أكثر تكلفة. ومن ثم، فإن الأكثر أهمية بالنسبة للشركات هي إمكانية تقديم عروض من

أجل الحصول على مجموعة من التراخيص بدلاً من الحصول على تراخيص فردية. وفي هذه الحالة تحصل الشركات على كل شيء أو لا شيء، ومن غير المحتمل أن تكمل الشركة المشارِكة المزاد بعد فوزها بجزء فقط مما ترغب فيه. وحين تُعرض التراخيص الفردية في المزاد، قد لا تتمكن شركة ما من شراء مجموعات أولية ولكنها تقوم بشراء مجموعات ثانوية. وإلا فسيقتضي منها شراء المجموعات المطلوبة دفع مبلغ أكبر من المبلغ الذي كانت مستعدة لدفعه.

وقد يؤدي عدم إمكانية تقديم عروض للحصول على سلسلة من المجموعات إلى انخفاض كفاءة المزاد.

وتكمن صعوبة تنظيم هذا الشكل من المزاد في أن تحديد التوزيعات التي من شأنها تحقيق أقصى حد من الفائدة، عندما تكون هناك العديد من المجموعات والمزايدين وتكون كل التوليفات مقبولة، يصبح أمراً غير ممكن عملياً. ويمكن أن يكون تقييد الخيارات المقبولة لترتيب المجموعات في سلسلة واحدة حلاً لهذه الصعوبة، ولكن من الممكن استبعاد العديد من التوليفات المرغوبة عن غير قصد.

ويُفهم مصطلح *انفصال الجولات* على أنه مهلة زمنية محدودة يمكن خلالها للمشارك أن يقدم عرضه. ووفقاً لهذه المعلمة، يمكن تقسيم المزادات إلى المزادات ذات جولات منفصلة ومزادات ذات جولات متواصلة.

ففي الحالة الأولى، يحدَّد الوقت المخصص للمشاركين لتقديم عروضهم. وفي الحالة الثانية، لا يكون الوقت محدداً، وتتحكم الشركات بنفسها في الوقت. ففي إحدى الحالتين، يمكن تقديم العروض بسرعة، ولكن في الوضع المعقد – في غضون فترة زمنية أطول. وتنظم جولات منفصلة على نحو أبسط، وتقدم للمشاركين جدولاً زمنياً لاتباعه، وبالتالي، تعرف الشركات تماماً متى ستظهر معلومات جديدة والوقت الذي يجب أن تردّ فيه.

ويمثل *عدد المجموعات التي تُعرض في المزاد* لحظة من اللحظات المهمة في مزادات الطيف. وتحدد كمية الطيف والنطاقات الترددية التي ستعرض في المزاد عدد الشركات التي ستشارك في المزاد، أي القدرة التنافسية للمزاد وكفاءته.

ويسمح تقييد مقدار الطيف الذي يمكن أن يحصل عليه المشارك بمنع الاحتكار في سوق خدمات الاتصالات. ومن الممكن تقييد الطيف المعروض حالياً في المزاد أو الطيف الإجمالي التابع للمشغل مع مراعاة الطيف الموزع بالفعل من قبل. وفي الحالة الأخيرة، تتاح الفرصة للشركات الجديدة في السوق لشراء قدر أكبر من الطيف مقارنةً بالشركات القائمة.

ويؤثر كل من *السعر المبدئي* و*حجم الإيداع* و*خطوات المزاد* و*عدد الجولات* تأثيراً كبيراً على عملية المزاد. ومن ثم، يقيد السعر المبدئي وحجم الإيداع عدد الشركات التي يمكن أن تشارك في المزاد. وخطوة المزاد هي الزيادة في سعر المجموعة مقارنة بالجولة السابقة. وهي تحدد مدة عملية المزاد. فكلما قلت خطوة المزاد، طالت مدته. ويؤثر عدد الجولات أيضاً على مدة عملية المزاد. ويمكن أن يتضمن المزاد جولة أو عدة جولات. وبشكل عام، يتضمن مزاد العروض المختومة جولة واحدة. والخيار الثاني هو الأفضل لمزادات العروض المفتوحة.

وتكتسي قواعد الدفع أهمية بالغة في مزادات العروض المختومة. وهنالك ثلاثة خيارات ممكنة:

- يدفع الفائز المبلغ الذي عرضه أثناء المزاد (السعر الأول).
- يدفع الفائز ثاني أعلى مبلغ عرض مقدم للحصول على مجموعة (سعر Vickrey أو السعر البديل).
- يدفع الفائزون الحد الأدنى من مبالغ العروض الرابحة (ينطبق الخيار فقط على ثلاثة أو أكثر من المجموعات المتشابهة – السعر الشامل).

ويمكن أن يؤثر اختيار قاعدة الدفع بشكل كبير على دوافع الشركات، وقد يصبح حافزاً لمشاركة أطراف فاعلة جديدة في السوق في المزادات. وعند استخدام قاعدة السعر الأول، يقدر المشاركون الفرق بين عروضهم والسعر الذي هم على استعداد لدفعه، وبالتالي يقدرون مخاطر الخسارة. فكلما قل الفرق قلت مخاطر خسارة المزاد. وقد يقدم هذا الوضع ميزة للأطراف الفاعلة الجديدة التي ترغب في الدخول إلى السوق وتحل محل الشركات القائمة. وعلى العكس من ذلك، تسمح قاعدة ثاني أعلى سعر للمشاركين بتقديم عروض حقيقية علماً أنهم لن يدفعوا أكثر من أول الخاسرين. وهذا النهج مفيد للأطراف الفاعلة القوية. وتجمع قاعدة السعر الشامل مزايا (وعيوب) النهجين.

شروط خاصة للمشاركين. يمكن أن يضع منظم المزاد شروطاً خاصة لفرادى فئات المشاركين. وبشكل عام، يمثل ذلك خصماً يتراوح بين 10% و40%، أي أن الفائز يدفع أقل عن العرض الذي قدمه بنسبة تتراوح بين 10% و40%. ويمكن أن يكون حجز الطيف لفئة محددة من المشاركين خياراً آخر للشروط الخاصة.

شروط إلغاء العروض. في حالة إلغاء المشارك لعرضه، فإنه يدفع عموماً رسماً ويغادر المزاد. ويحل محله المشارك الذي يقدم العرض الأعلى التالي.

قواعد المشاركة الفعّالة. تتيح قواعد المشاركة الفعالة التحكم في سرعة المزاد عن طريق وضع حد أدنى لعدد المجموعات التي يمكن للمشارك تقديم عرض بشأنها في كل جولة محددة.

وتوفر العديد من أنساق المزادات فرصاً كبيرة لإدارة قواعد المشاركة الفعالة من أجل التأثير على سلوك المشاركين. ويمكن استخدام قواعد تفاضلية للحد من الفرص المتاحة للأطراف الفاعلة الحالية في السوق لتقديم العروض وتشجيع الشركات الجديدة على العمل في السوق. وبالإضافة إلى ذلك، تؤثر قواعد المشاركة تأثيراً قوياً على عملية المزادات المتعددة الجولات.

وتسمح *قاعدة استكمال المزاد* للمستعملين بالحصول على القدر الأقصى المطلوب من الطيف. وفيما يلي مثال على هذه القاعدة: ينتهي المزاد عندما لا يكون هناك أي عرض جديد بشأن أي مجموعة أثناء الجولة.

2 نماذج مزادات الطيف

اعتماداً على مجموعة الشروط الوارد وصفها سابقاً، يمكن التمييز بين الأنواع (الأنساق) التالية من المزادات:

- مزاد العروض المختومة الأحادي الجولة؛
- المزاد التصاعدي المتعدد الجولات؛
- المزاد التنازلي المتعدد الجولات؛
- المزاد الميقاتي
- المزاد التوافقي؛
- المزاد المجمَّع؛
- المزاد التحفيزي.

وفي كل حالة محددة، يتأثر اختيار نسق المزاد بما يلي:

- *العدد المتوقع من المشاركين والمجموعات المعروضة في المزاد*. تحدد النسبة بين عدد المشاركين وعدد المجموعات المنافسة في المزاد. ومزاد العروض المفتوحة هو النسق المفضل في حالة المنافسة الشديدة، ومزاد العروض المختومة هو النسق المفضل في حالة المنافسة الضعيفة. وفي هذه الحالات، يمكن أن تكون المزادات أكثر كفاءة.
- *الهدف الذي تحدده الهيئة التنظيمية عند تنظيم المزاد*. يمكن أن يعدل منظم المزاد قواعد المزاد، وفقاً للهدف الذي حدده. فعلى سبيل المثال، يمكنه أن يضع شروطاً تفضيلية لبعض المشاركين (للأطراف الفاعلة الجديدة في السوق أو صغار المشغلين) بهدف تعزيز البيئة التنافسية.

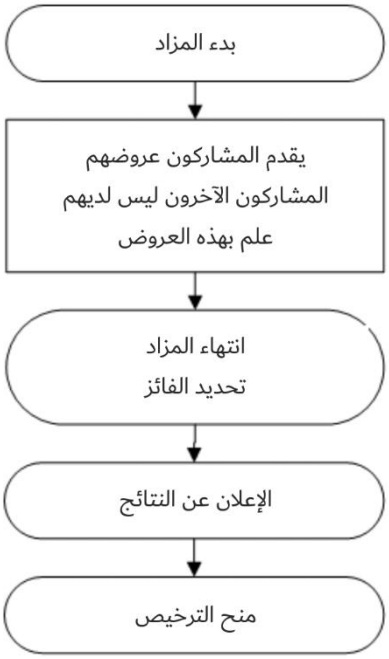
- *نوع الترخيص المعروض في المزاد.* في بعض الحالات، يمكن أن يحدد الترخيص التكنولوجيا التي سيطورها المشغل في نطاق الترددات المشار إليه. وفي حالات أخرى، تعرض في المزاد تراخيص محايدة من حيث التكنولوجيا. ويحدد نوع الترخيص عدد الشركات التي يُحتمل أن تهتم بالمزاد.

مزاد العروض المختومة الأحادي الجولة

يعرض الشكل 2-A3 الإجراء الخاص بهذا النوع من المزادات وخصائصه: المشاركون ليسوا على علم بالعرض المقدم (أو العروض المقدمة) من المشاركين الآخرين؛ لا يتم الإعلان عن النتائج إلا بعد انتهاء المزاد؛ يُمنح الترخيص للمشارك الذي يقترح السعر الأقصى.

الشكل 2-A3

الإجراء الخاص بمزاد العروض المختومة



Report SM.2523-A3-02

المزايا:

- نسق المزاد بسيط وسريع وتسهل إدارته.
- يمكن استعمال هذه المزادات لبيع ترخيص واحد وتراخيص متعددة على السواء.
- ليست هناك حاجة لجمع المشاركين في مكان واحد واستخدام إجراءات ورقية أو إلكترونية معقّدة للمزاد.
- يمكن تفسير نتائج المزاد ببساطة.
- يمنع التآمر بين المشاركين.

العيوب:

- بشكل عام، لا تتاح للمشاركين أي فرص لتحليل إجراءات بعضهم البعض. ويؤدي ذلك إلى تعقيد في اتخاذ القرار بشأن أي مجموعة ينبغي المزايدة عليها عندما تُعرض في المزاد عدة تراخيص متساوية الترتيب.

- عدم الوثوق من الفوز بمجموعة أو بأخرى إذا ما عُرضت في المزاد عدة مجموعات يكمل بعضها بعضاً.
- انخفاض كفاءة التوزيع.

ومن منظور توزيع الطيف، يمكن أن يكون هذا النوع من المزاد معقولاً في الحالات التالية:

- عندما تكون قيمة الجزء المعروض في المزاد منخفضة (أو تكون تكلفة تنظيم نوع آخر من المزادات أعلى من قيمة الطيف المحدد).
- عندما تكون هناك العديد من أجزاء الطيف ويكون من الضروري توزيعها على وجه السرعة.
- عندما تكون كفاءة توزيع الطيف أمراً ذا أهمية قليلة.
- عندما يكون احتمال التآمر كبيراً.

وقد اختير نسق المزاد هذا في الدانمارك لتوزيع تراخيص خدمات الجيل الثالث (3G).

المزاد التصاعدي المتزامن المتعدد الجولات (المزاد الإنكليزي)

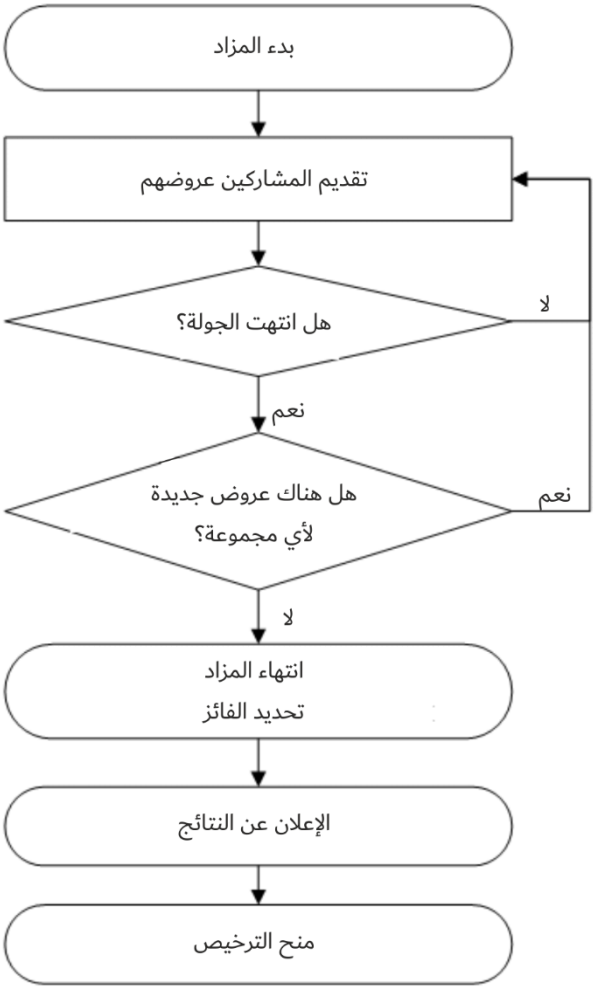
يستخدم هذا النوع من المزاد على نطاق واسع لبيع التراخيص. ويتسم بالخصائص التالية: تشمل العملية المتعددة الجولات عدة تراخيص تُعرض في المزاد بشكل متزامن؛ ويزيد المشاركون من عروضهم في كل جولة، وينتهي المزاد عندما لا تكون هناك عروض جديدة؛ ويفوز بالمجموعة المشارك الذي يقدم أقصى عرض (الشكل 3-A3).

وعند تنظيم المزادات التصاعدية المتزامنة المتعددة الجولات، يمكن تطبيق قواعد مختلفة. وينطوي الخيار المعياري لهذا النسق من المزاد على بيع عدة مجموعات لا يزيد سعر كل منها ما لم يقدم أي مشارك عرضاً. وبالتالي، فإن أسعار المجموعات الفردية تتغير أثناء المزاد. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن للمشاركين تصحيح عروضهم، أي تقديم عروض للحصول على المجموعات بأسعار أقل.

ويكون المزاد التصاعدي المتزامن فعالاً في حالة عرض عدة تراخيص في المزاد وعدم اليقين في تقدير سعرها.

الشكل 3-A3

الإجراء الخاص بالمزاد التصاعدي المتزامن المتعدد الجولات



Report SM.2523-A3-03

المزايا:

- تتاح للمشاركين الفرص لتحليل سلوك المنافسين وتصحيح عروضهم حسب تعديل سعر الترخيص.
- انخفاض تعرض الفائز لخطر الدفع المفرط.
- انخفاض احتمال عدم حصول المشارك على الترخيص المرغوب فيه.
- انخفاض احتمال عدم حصول المشارك على الترخيص المرغوب فيه داخل الرزمة.

العيوب:

- إمكانية التآمر بين المشاركين. يمكن تحديد عدد المشاركين قبل بدء المزاد. علاوة على ذلك، يمكن للشركات القائمة أن تعرقل مشاركة الأطراف الفاعلة الجديدة في المزاد.
- التعقيد. تتسم قواعد وإجراءات هذا المزاد بالتعقيد أكثر منها في حالة المزاد البسيط ذي العروض المختومة على الرغم من أن تطوير أنظمة المزاد الإلكتروني جعلت المزادات المتزامنة أقل تكلفة وأبسط.

- عدم تكافؤ الشروط المفروضة على المشاركين. في نسق المزاد هذا، يتمتع المشاركون الذين يحتاجون إلى مجموعة واحدة فقط بمزايا. وأما المشاركون الذين يحتاجون إلى عدة مجموعات من أجل التشغيل الفعال لشبكاتهم، فهناك احتمال أكبر لعدم الفوز بها.
- يمكن أن يستغرق المزاد الكثير من الوقت.

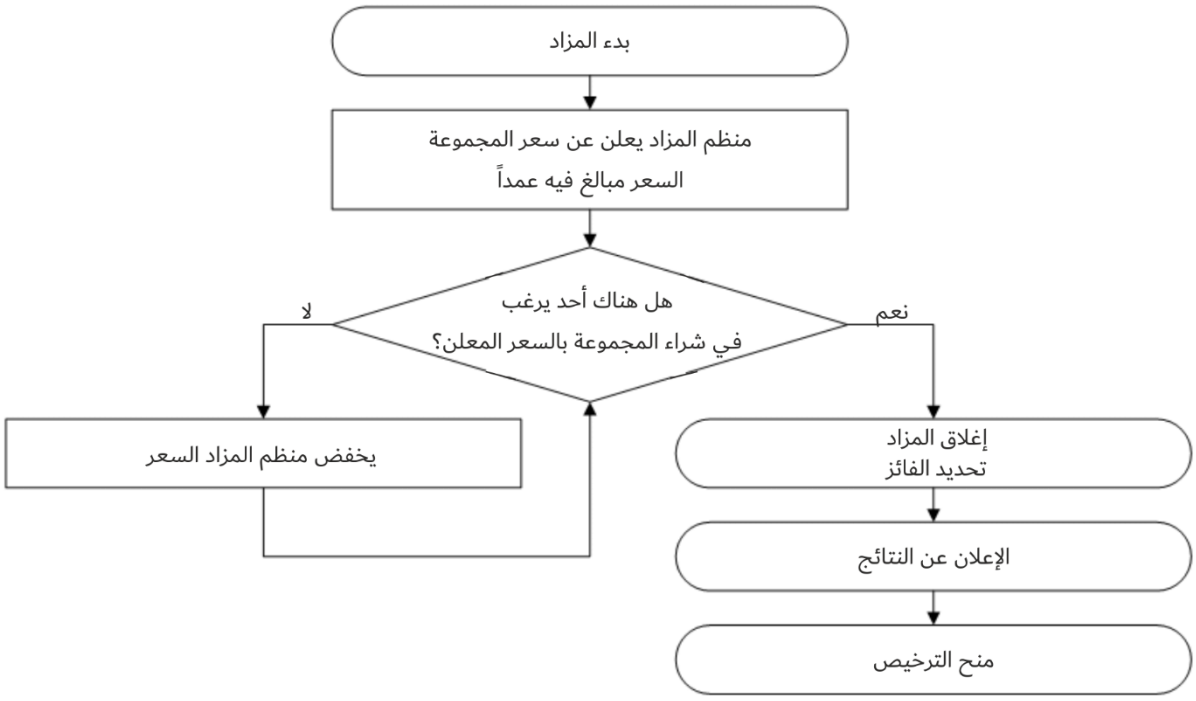
وطُبق المزاد التصاعدي المتعدد الجولات والتوزيع المتتالي للمجموعات على نطاق واسع في أوروبا، خاصة في ألمانيا وبريطانيا العظمى وسويسرا من أجل منح تراخيص لتقديم خدمات الجيل الثالث، وفي النرويج من أجل توزيع نطاقات التردد في النطاق GHz 3,5 ومنح تراخيص الطيف لأغراض النفاذ اللاسلكي الثابت عريض النطاق، والاتصالات الراديوية المحلية، وغير ذلك.

المزاد التنازلي المتعدد الجولات (المزاد الهولندي)

ويتسم هذا النوع من المزادات متعددة الجولات بالخصائص التالية: قبل بدء المزاد، يعلن منظم المزاد عن سعر المجموعة المبدئي المبالَغ فيه عمداً؛ وإذا لم يكن هناك أي مشارك على استعداد لشراء المجموعة بالسعر المبين، يقوم منظم المزاد بتنزيل السعر؛ ويتوقف المزاد عندما يكون هناك مشارك على استعداد لشراء المجموعة (الشكل 4-A3).

الشكل 4-A3

الإجراء الخاص بالمزاد التصاعدي المتعدد الجولات



Report SM.2523-A3-04

المزايا:

- بساطة تنفيذ إجراءات المزاد وشفافيتها.
- مقارنةً بنسق العروض المختومة، تتاح للمشاركين الفرصة لتحليل سلوك المنافسين، مما يزيد من كفاءة قراراتهم.
- يمكن أن يكون المزاد فعالاً عندما يكون الغرض منه بيع المجموعة بأقل سعر ممكن.

العيوب:

- يمكن أن يخسر منظم المزاد جزءاً من الدخل إذا كان الحد الأقصى للسعر الذي يكون المشاركون على استعداد لدفعه غير معروف، وكان الغرض من المزاد بيع المجموعة بأقصى سعر ممكن.

المزاد الميقاتي

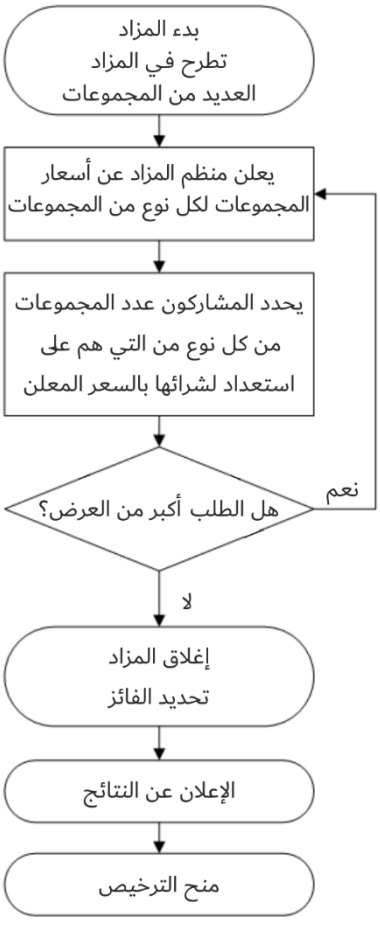
المزاد الميقاتي صيغة من المزاد التصاعدي المتزامن المتعدد الجولات. وهو يُستخدم لبيع المجموعات بأسعار متساوية عندما يتعذر على المشاركين تفضيل مجموعة على مجموعة أخرى. وفي نسق المزاد هذا، تُعرض كل المجموعات بسعر واحد، ثم يرتفه هذا السعر في كل جولة إلى أن ينخفض عدد المشاركين إلى عدد المجموعات.

وفي صيغة أخرى من هذا المزاد، تُجمع المجموعات في فئات بحيث تكون المجموعات في الفئة الواحدة مكافئة للمشارك. وفي هذه الحالة، يحدد السعر لمجموعة واحدة في كل فئة.

المزاد الميقاتي هو الإجراء الدوري الذي يعلن فيه منظم المزاد في بداية الجولة عن سعر مجموعة واحدة في كل فئة من المجموعات (انظر الشكل 5-A3). ثم يعلن المشاركون عن عدد المجموعات في كل فئة والتي هم على استعداد لشرائها بالسعر المعلن. ويزيد سعر المجموعة الواحدة في فئة المجموعات التي يكون فيها الطلب أعلى من العرض. ويعلن المشاركون مرة أخرى عن عدد المجموعات التي هم على استعداد لشرائها بالأسعار المعلنة. وتتكرر العملية حتى يتكافأ الطلب مع العرض بالنسبة لجميع فئات المجموعات.

الشكل 5-A3

الإجراء الخاص بالمزاد الميقاتي



Report SM.2523-A3-05

المزايا:

- بسيط بالنسبة للمشاركين. في كل جولة، يعلن المشارك عن كمية الطيف التي هو على استعداد لشرائها بالسعر المذكور.
- يلغي احتمال تآمر المشاركين. فتقييد المعلومات المتاحة للمشاركين بشأن الفرق بين الطلب والعرض لا يسمح بوضع استراتيجية للتآمر. ومن المستبعد وجود أي علامات تدل على نوايا المزايدات لأن المشاركين ليس لديهم أي معلومات عن العروض المقدمة من فرادى المشاركين.
- كفاءة عالية للمزاد. يحصل المشاركون في كل جولة على مزيد من المعلومات عن سعر هذا الجزء من الطيف أو ذاك الجزء من الطيف ويستخدمون هذه المعلومات لاتخاذ القرار. ونتيجة لذلك، تنخفض تكلفة المشاركة في المزاد، في حين تزيد كفاءته.

العيوب:

- تسعير خطي حتى نهاية المزاد. يؤدي التسعير الخطي إلى انخفاض طلبات المشاركين ومن ثم انخفاض كفاءة المزاد.

وطُبقت هذه الصيغة في هنغاريا لتوزيع التراخيص للاتصالات الراديوية المحلية، وفي نيجيريا لتوزيع التراخيص لشبكات الجيل الثاني (2G)، وفي بريطانيا العظمى لتوزيع الترددات في النطاقين 800 MHz و2,6 GHz، وفي أيرلندا لتوزيع التراخيص في النطاقات 800 MHz و900 MHz و800 1 MHz.

المزاد التوافقي المفتوح المتعدد الجولات

يُستخدم هذا النوع من المزاد في الحالات التي تكمِّل فيها المجموعات المعروضة في المزاد بعضها بعضاً. وعلى النقيض من المزاد العادي، يمكن للمشاركين تقديم عدة عروض، عرض لكل توليفة من المجموعات. وبعبارة أخرى، يمكن تقديم عروض لمجموعة فردية ولتوليفة عشوائية من المجموعات (انظر الشكل 6-A3).

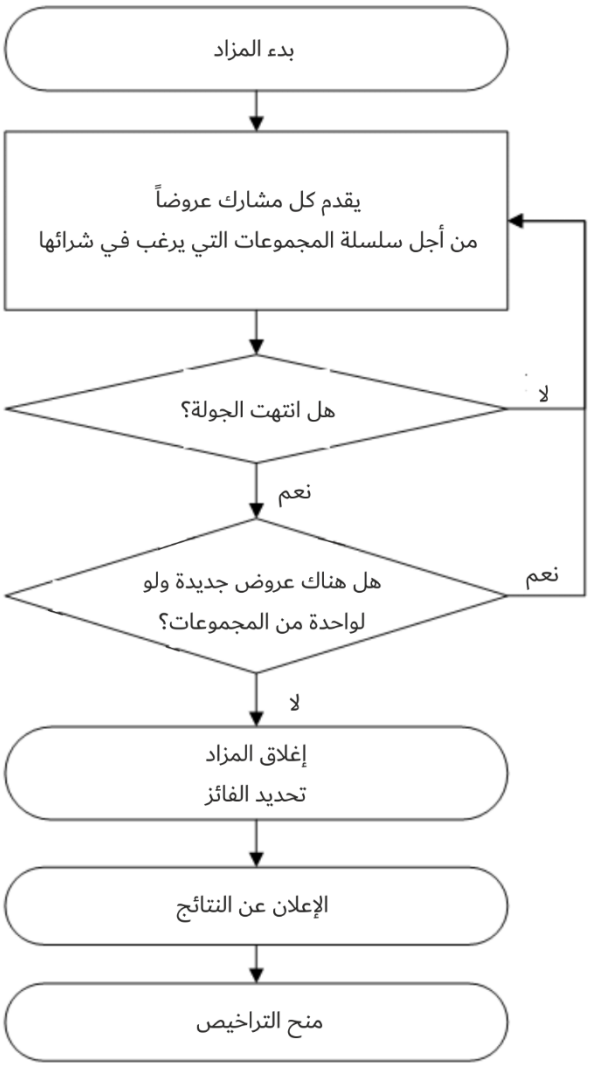
ويحدَّد الفائزون بالطريقة التالية: بالنسبة لجميع المشاركين ولكل المجموعات، يتم تحديد توليفة من العروض، حيث يكون لمجموع العروض قيمة قصوى. ويُعترف بالمشاركين كفائزين عندما يتم إدراج عروضهم في هذه التوليفة.

ويمكن ترتيب المزاد على أساس جولة واحدة أو عدة جولات على السواء. ويمكن أن يكون هذا النهج مكملاً لأي مزاد من نسق آخر.

ومع الانتقال إلى تحرير استعمال الطيف، سيزيد احتمال مشاركة الشركات ذات الاحتياجات المختلفة من موارد الطيف في نفس المزاد. وفي هذا السياق، سيزيد أيضاً احتمال عدم الحصول على المجموعة المرغوبة من التراخيص. ونتيجة لذلك، سيزيد أيضاً الاهتمام بنسق المزاد التوافقي.

الشكل 6-A3

الإجراء الخاص بالمزاد التوافقي



Report SM.2523-A3-06

المزايا:

– إمكانية الحد من المخاطر التي قد يتعرض لها المشاركون. تسمح إمكانية تقديم عروض للحصول على عدد من التراخيص للمشاركين بتفادي الوضع الذي لا يحصلون فيه على الجزء المطلوب من الطيف. وتخدم هذا النوع من المزاد مصالح الأشخاص الذين يرغبون في الحصول على عدة تراخيص ومصالح الأشخاص الذين يرغبون في الحصول على ترخيص واحد على السواء.

العيوب:

– ارتفاع تكاليف خوارزمية تحديد الفائز ودرجة تعقيدها. يمكن أن يكون المزاد التوافقي أكثر تعقيداً إلى حد كبير بالنسبة لمنظمي المزاد والمشاركين فيه على السواء. فعندما تُعرض في المزاد أكثر من 4 مجموعات ويشارك فيه أشخاص كثيرون، قد يتعين استعمال خوارزمية حاسوبية لتحديد الفائز بسبب العدد الكبير من التوليفات الممكنة للفائزين والمجموعات المعنية. وتحديد الفائز ليس بالمهمة السهلة حتى في حالة وجود عدد قليل من المجموعات.

- ضعف الشفافية. لا تكون نتائج هذا النوع من المزادات شفافة دائماً بالنسبة للمشاركين والمراقبين، خاصة عند استعمال خوارزمية حاسوبية لتحديد الفائز.
- تعقيد عملية اتخاذ القرار. يمكن أن يؤدي هذا النسق من المزادات إلى خطر جديد على المشاركين الراغبين في الحصول على ترخيص معين أو رزمة صغيرة من التراخيص. فمن الصعب على هؤلاء المشاركين اتخاذ قرارات سليمة للتنافس مع الأشخاص الذين يقدمون عروضاً للحصول على رزمة واسعة من التراخيص ويمكنهم أن يقدموا عروضاً تحد من إمكانيات الأطراف الفاعلة الأصغر حجماً.

واستُخدم نسق المزاد هذا في النرويج في عام 2001 أثناء المزاد المتعلق بتراخيص GSM-1800 وGSM-900. وعُرضت توليفات لأجزاء مجردة من الطيف في المزاد بنسق العرض المختوم الأحادي الجولة.

وفي عام 2002، تم أثناء توزيع تراخيص النفاذ اللاسلكي الثابت في نيجيريا، تنظيم خمسة مزادات توافقية مختومة العروض، حيث يمكن للمشاركين تقديم العديد من العروض المنفردة للحصول على تراخيص في أربع مناطق أو خمس. وقُسمت هذه العملية إلى خمسة مزادات لكل منطقة.

واستُخدم المزاد ***التوافقي*** مختوم العرض الأحادي الجولة في بريطانيا العظمى أثناء توزيع أربعة أجزاء من طيف مقداره 500 kHz في النطاقات 412-414/422-424 MHz لأغراض الاتصالات الراديوية المهنية.

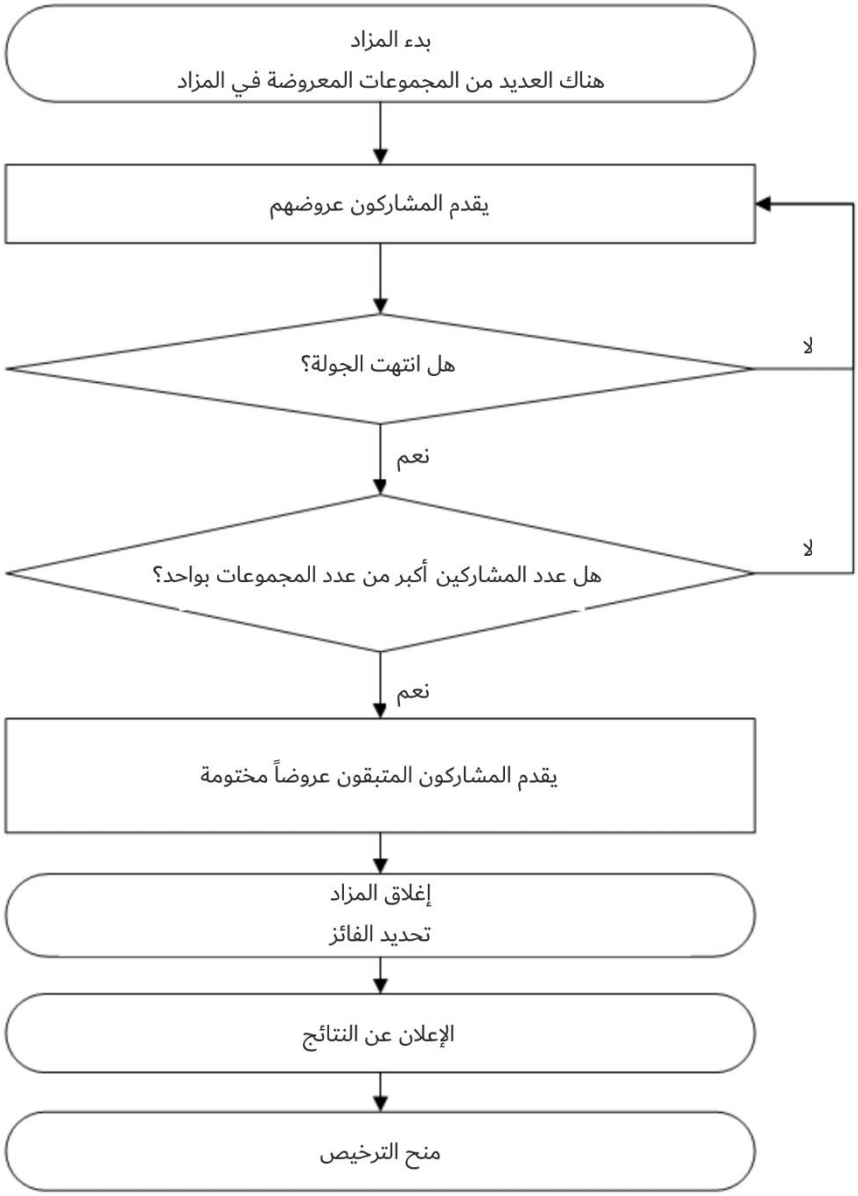
المزاد المجمَّع

يُدعى المزاد الذي يقوم على دمج معلمات عدة أنواع من المزادات المزاد المجمَّع، مثلاً، المزاد الإنكليزي–الهولندي، والمزاد الميقاتي مع إمكانية تقديم عروض لرزمة من المجموعات.

ويدمج النسق الإنكليزي–الهولندي المزاد العادي المتزامن المتعدد الجولات والمزاد المغلق (انظر الشكل A3-7). ويمكن أن يكون هذا النسق مفيداً في الحالات التي يكون فيها عدد الأطراف الفاعلة الكبيرة متساوياً مع عدد التراخيص.

الشكل 7-A3

الإجراء الخاص بالمزاد الإنكليزي–الهولندي

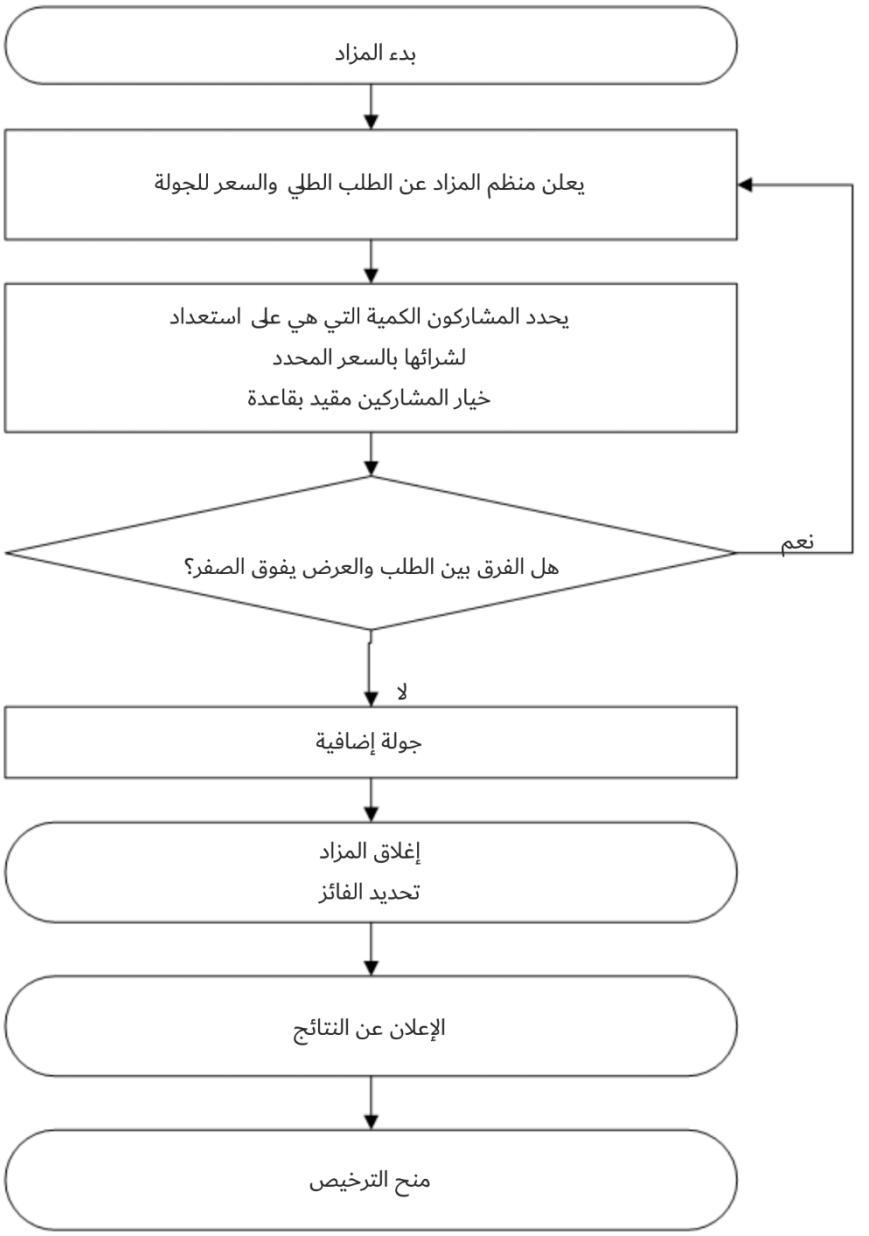


Report SM.2523-A3-07

المزاد الميقاتي مع إمكانية تقديم عرض للحصول على رزمة من المجموعات. هذا المزاد عبارة عن مزيج يتكون من مزاد ميقاتي عادي ومزاد توافقي بعروض تصاعدية (انظر الشكل 8-A3). وفي هذا الخيار، يُستكمل المزاد الميقاتي بجولة إضافية يقدم فيها المشاركون عروضاً إضافية.

الشكل 8-A3

الإجراء الخاص بالمزاد الميقاتي مع إمكانية تقديم عرض للحصول على رزمة من المجموعات



Report SM.2523-A3-08

ويبين الجدول 1-A3 مزايا وعيوب مختلف أنواع المزادات وإمكانية استعمالها في الاتحاد الروسي.

المزاد التحفيزي[7]

يدمج المزاد ثنائي الجوانب أو "التحفيزي" عرض الطيف والطلب عليه لتحديد مقدار الطيف المباع ومن يستخدمه والأسعار التي يتلقاها البائعون ويدفعها المشترون، وكيفية استخدامه كما هو الحال في المزاد التحفيزي للإذاعة الذي نظمته لجنة الاتصالات الفدرالية (FCC).

وكان المزاد التحفيزي للإذاعة الذي نظمته لجنة الاتصالات الفدرالية أول مزاد ثنائي الجوانب في العالم لإعادة تحديد الغرض من الطيف. وانتهى المزاد في عام 2017 بإعادة توزيع 84 MHz من طيف الإذاعة التلفزيونية على الصعيد الوطني لتلبية الطلب المتزايد على خدمات النطاق العريض المتنقل. وفي عمليات إعادة التوزيع السابقة، حددت اللجنة مقدار الطيف المعاد توزيعه إدارياً. وفي المزاد التحفيزي للإذاعة، تم تحديد كمية الطيف التي أعيد تحديد الغرض منها من خلال العرض من جانب هيئات الإذاعة التلفزيونية والطلب من جانب شركات الاتصالات اللاسلكية.

ويتكون نسق المزاد من سلسلة من المراحل تتألف كل مرحلة منها من مزاد عكسي يليه مزاد تقدمي. وقد أتاح المزاد الميقاتي العكسي التنازلي لهيئات الإذاعة التلفزيونية الفرصة للتخلي عن حقوق استخدام الطيف. وعلى الرغم من أن الهيئات الإذاعية تعمل في ثلاثة نطاقات هي نطاق الموجات الديسيمترية (UHF) والنطاق العلوي للموجات المترية (VHF) والنطاق السفلي للموجات المترية، فإن موردي خدمات النطاق العريض المتنقل لا يهتمون سوى بطيف الموجات الديسيمترية. وحرر المزاد العكسي طيف الموجات الديسيمترية عن طريق دفع مبالغ لهيئات الإذاعة لوقف البث أو الانتقال إلى نطاق أدنى. وقامت هيئات إذاعية تعمل في طيف الموجات المترية وأوقفت التشغيل أيضاً بتحرير طيف الموجات الديسيمترية (UHF) مقابل استعداد بعض الهيئات الإذاعية العاملة في نطاق الموجات الديسيمترية للانتقال إلى قناة خالية في نطاق الموجات المترية (VHF) وقدرتها على ذلك.

وعلى الرغم من أن قرار هيئة إذاعية بأن تشارك أم لا في مزاد تحفيزي للإذاعة كان طوعياً، فإن اللجنة مخولة بأن تطلب من الهيئات الإذاعية التي لا تزال على الأثير أن تنتقل إلى قناة مكافئة ضمن نطاقها الحالي (نطاق الموجات الديسيمترية (UHF) أو النطاق العلوي للموجات المترية (VHF) أو النطاق السفلي للموجات المترية). وكانت هذه السلطة ضرورية لإنشاء مزاد عكسي تنافسي. فبدونها، قد تطلب كل هيئة إذاعية عاملة في جزء من نطاق الموجات الديسيمترية (UHF) ومستهدَفة للإخلاء أسعاراً غير تنافسية للتنازل عن حقوقها المتعلقة بالطيف.

وقدمت شركات الاتصالات اللاسلكية في المزاد التقدمي الميقاتي التصاعدي عروضاً للحصول على أجزاء عامة من الطيف في 416 منطقة جغرافية مشمولة بالتراخيص. وبدأت المرحلة الأولى من المزاد بأكبر هدف ممكن لتحرير الطيف بالنظر إلى الهيئات الإذاعية التي لم تكن على استعداد للتحرير بالأسعار الافتتاحية وكانت بالتالي بحاجة إلى تخصيص قناة لها.

وإذا لم يكن بالإمكان إغلاق المزاد عند هدف تحرير معين، فستُجرى مرحلة أخرى عند الهدف الأدنى التالي إلى أن يتم استيفاء شروط "قاعدة المرحلة النهائية". وتشمل قاعدة المرحلة النهائية لتحديد المرحلة التي سيغلق فيها المزاد اختباراً للإيرادات الإجمالية ولصافي الإيرادات على السواء. وبعد إغلاق المزاد التقدمي في المرحلة النهائية، أجري مزاد مرحلة التخصيص لتخصيص أجزاء محددة من الترددات للفائزين بالأجزاء العامة في كل منطقة جغرافية.

[7] يستند هذا القسم إلى
"Economics at the FCC, 2016–2017: Auction Designs for Spectrum Repurposing and Universal Service Subsidies," Evan Kwerel, Paroma Sanyal, Katja Seim, Martha Stancill and Patrick Sun. *Review of Industrial Organization*. (2017) 51:451–486; and "Economics at the FCC, 2011-2012: Spectrum Incentive Auctions, Universal Service & Intercarrier Compensation Reform, and Mergers," Evan Kwerel, Paul LaFontaine and Marius Schwartz. *Review of Industrial Organization* (2012).

الجدول 1-A3

تحليل مقارن لأنواع المزادات المختلفة

نوع المزاد	المزايا	العيوب	حالات الاستعمال
مزاد العروض المختومة الأحادي الجولة	نسق المزاد بسيط وسريع وتسهل إدارته. يمكن استخدامه لأي عدد من التراخيص. يلغي احتمال تآمر المشاركين.	انخفاض كفاءة منح التراخيص. يدفع الفائز مبالغ مفرطة في معظم الحالات.	سعر الطيف منخفض. عدد مرتفع من أجزاء الطيف وضرورة توزيعها على وجه السرعة. عدم أهمية كفاءة توزيع الطيف. احتمال كبير لتآمر المشاركين.
المزاد التصاعدي المتزامن المتعدد الجولات	كفاءة عالية للمزاد. انخفاض تعرض الفائز لخطر الدفع المفرط. انخفاض احتمال عدم حصول المشارك على الترخيص المرغوب فيه.	احتمال تآمر المشاركين. التعقيد. عدم تكافؤ الشروط المفروضة على المشاركين. يمكن أن يستغرق الكثير من الوقت.	عرض عدة تراخيص في المزاد. تعقيد عملية تحديد سعر الترخيص. من أجل الحصول على تراخيص في أكثر نطاقات التردد قيمة (المكاسب الرقمية مثلاً).
المزاد التنازلي المتعدد الجولات	تنفيذ بسيط. إجراءات المزاد شفافة.	تعقيد عملية تحديد الأسعار المبدئية. تعرض الفائز لخطر الدفع المفرط. كفاءة متدنية. لا يمكن استخدامه إلا بالتتابع في الواقع.	أجزاء الطيف المعروضة في المزاد لها قيمة متساوية بالنسبة للمشاركين؛ ولا يهم المشغل أي جزء سيفوز به. سعر الطيف معروف أو يمكن أن يستند إلى تجارب المزادات السابقة. سعر الطيف منخفض. التوزيع السريع للتراخيص مهم.
المزاد الميقاتي	بسيط بالنسبة للمشاركين. يلغي احتمال تآمر المشاركين. كفاءة عالية.	تسعير خطي في نهاية المزاد.	أجزاء الطيف المعروضة في المزاد لها قيمة متساوية.
المزاد التوافقي المفتوح المتعدد الجولات	نفس المزايا التي يتيحها المزاد التصاعدي المتزامن المفتوح المتعدد الجولات المفتوحة فضلاً عن أقصى قدر من الكفاءة فيما يتعلق بنطاقات التردد التكميلية.	تنفيذ معقد. أعلى تكلفة تنظيمية.	عرض عدة تراخيص في المزاد. تعقيد عملية تحديد سعر الترخيص. من أجل الحصول على تراخيص في أكثر نطاقات التردد قيمة (المكاسب الرقمية مثلاً).

يؤدي تحليل شروط المزادات وأنساقها إلى استنتاج أن اختيار نوع المزاد في كل حالة محددة يحدَّد أساساً من خلال:

- العدد المتوقع من المشاركين وعدد المجموعات المعروضة في المزاد. تحدد النسبة بين عدد المشاركين وعدد المجموعات المنافسة في المزاد. ومن الحكمة تفضيل المزايدة المفتوحة في الحالات التي يكون فيها مستوى المنافسة عالياً، وتفضيل المزايدة المختومة في الحالات التي يكون فيها الإنجاز ضعيفاً. يكون المزاد في هذه الحالات الأكثر فعالية.
- الهدف الذي تسعى الهيئة التنظيمية إلى تحقيقه عند تنظيم المزاد. يمكن تغيير قواعد المزايدة حسب الهدف الذي يحددها منظم المزاد. فعلى سبيل المثال، لتحسين البيئة التنافسية، يمكن أن يقدم منظم المزاد شروطاً تفضيلية لبعض المشاركين (الأطراف الفاعلة الجديدة في السوق أو صغار المشغلين).
- نوع الترخيص المعروض في المزاد. في بعض الحالات، يمكن أن يحدد الترخيص التكنولوجيا التي يجب على المشغل تطويرها في نطاق الترددات المحدد. وفي الحالات الأخرى، تعرض في المزاد تراخيص محايدة من حيث التكنولوجيا. ويحدد نوع الترخيص عدد الشركات التي يُحتمل أن تهتم بالمزاد.

وتؤخذ هذه المعايير في الاعتبار عند اختيار نسق المزاد ووضع شروط المزاد فيما يتعلق بأجزاء من الطيف في نطاقات التردد المحددة، وهي تؤثر أيضاً على مستوى السعر المبدئي للمزاد.

3 منهجية تحديد السعر المبدئي لمجموعات الطيف التي تُعرض في المزاد

السعر المبدئي هو السعر الأدنى الذي يتعين على المشارك دفعه للحصول على مجموعة. ويحدد السعر المبدئي كفاءة جميع أنساق المزادات. فكلما ارتفع السعر المبدئي، انخفض عدد المشاركين المحتملين. وهذا يزيد من مخاطر عدم بيع الترخيص. وفي الوقت نفسه، يمكن أن يؤدي السعر المبدئي المنخفض جداً إلى تآمر المشاركين، مما يقلل بدوره من دخل المزاد. وفي هذه الحالة، قد لا يكون دخل المزاد كافياً حتى لتغطية تكاليف منظم المزاد.

وفي الممارسة الدولية، يمكن التمييز بين عدة نهج ممكنة لتحديد السعر المبدئي للترخيص الخاص باستعمال الطيف الراديوي:

- النمذجة الاقتصادية والرياضية. تشمل رسم نماذج اقتصادية رياضية لمؤشرات أنشطة المشاركين المحتملين. وفيما يتعلق بزيادة دخل المشغل من استخدام طيف إضافي، يتم تحديد السعر المحتمل أن يكون المشغل على استعداد لدفعه مقابل الحصول على جزء من الطيف، استناداً إلى نتائج نمذجة دخل المشغل وتكاليفه. ويمكن استخدام هذه القيمة أيضاً لتحديد المستوى الأعلى للسعر المبدئي المحتمل.
- نهج تعويض التكاليف. يحدَّد السعر المبدئي للمجموعة المعروضة في المزاد عند مستوى التكاليف الإدارية المترتبة عن إدارة الطيف الراديوي.
- النهج المقارن. تجرى دراسات وتحليلات للتجارب الدولية الحالية في مجال جمع بيانات عن الأسعار المبدئية ونتائج مزادات الترددات في نفس النطاق في بلدان أخرى، مع تكييفها لاحقاً لتناسب البلد الذي يخطط تنظيم المزاد فيه.

النمذجة الاقتصادية والرياضية

تسمح مزايا هذا الأسلوب بما يلي:

- تحديد السعر الأقصى الذي تكون الشركة على استعداد لدفعه مقابل الطيف. فزيادة دخل الشركة وأرباحها من الطيف الإضافي، المستمدة من النمذجة الرياضية، تسمح بتحديد السعر الأقصى الذي يمكن أن تدفعه الشركة مقابل الطيف.
- تحديد أثر السعر المبدئي على عدد المشاركين في المزاد، أي تحديد المشاركين الذين سيرفضون المشاركة في المزاد إذا لم يكن السعر المبدئي مناسباً لهم. إضافة إلى ذلك، يسمح هذا الأسلوب بتحديد السعر الذي لن يباع به الطيف أبداً.

وينبغي تسليط الضوء على العيوب التالية:

- وجود اختلاف أساسي بين نماذج أعمال مختلف المستعملين. ويصبح هذا الاختلاف كبيراً جداً في المزادات الخاصة بالتراخيص المحايدة تكنولوجياً. وفي هذه الحالة، تتوقف قيمة الطيف على الخدمات التي يخطط المشارك تقديمها وعلى التكنولوجيا التي يفترض استعمالها. وقد يكون تطوير نماذج الأعمال أكثر تعقيداً عندما تخطط الأطراف الفاعلة الجديدة في السوق للمشاركة في المزاد.
- يبذل منظمو المزاد جهوداً جبارة لإعداد النماذج الاقتصادية والرياضية لمؤشرات أنشطة المشاركين المحتملين.
- عدم وضوح النتائج المحصل عليها.
- الطابع المعقد لضمان شفافية الحسابات نظراً لخصوصية معظم المعلومات اللازمة لإعداد نماذج الأعمال.

نهج تعويض التكاليف

فيما يلي مزايا نهج ***تعويض*** التكاليف الإدارية لتحديد السعر المبدئي:

- القيمة الدنيا للسعر المبدئي. تحدد زيادة في تكاليف إدارة الطيف، المنصوص عليها في الترخيص، السعر المبدئي الأدنى.
- تعويض تكاليف إدارة الطيف التي تتحملها الهيئة التنظيمية.

وفيما يلي عيوب هذا الأسلوب:

- انخفاض الدخل عند انخفاض الطلب على المجموعات المعروضة في المزاد.
- احتمال تآمر المشاركين.
- الطابع المعقد لجمع البيانات الأولية. استرجاع البيانات المتعلقة بتكاليف نطاق تردد معين من مجموعة البيانات الكاملة المتعلقة بتكاليف إدارة الترددات أمر معقد.
- احتمال أن يكون السعر الحقيقي للطيف أعلى بكثير.

النهج المقارن

يستند هذا ***النهج*** إلى دراسات وتحليل مقارن للتجارب الدولية الحالية في مجال تسعير المزادات.

وتتمثل مزايا هذا الأسلوب فيما يلي:

- مرونة النهج. يمكن استخدام عينات مختلفة من البيانات وأساليب مختلفة لمعالجة البيانات.
- لا حاجة إلى الحصول على معلومات خاصة.
- الشفافية.
- إيلاء الاعتبار لسيناريوهات الطلب المختلفة.
- توفر البيانات الأولية. وجود حجم كبير من البيانات التجريبية في مجال النفاذ المجاني يسمح للمستعملين بتقييم سعر الطيف وإظهاره في السعر المبدئي.

وينطوي تحليل الممارسة القائمة على العيوب التالية:

- اعتماد النتيجة على البيانات الأولية وطريقة معالجة البيانات. تعتمد النتيجة على البيانات الأولية المجمعة في الفترة الزمنية المعينة والبلد المعين ونطاق التردد المعين.

- يؤثر عدد كبير من العوامل على سعر الطيف في مختلف البلدان، بما في ذلك عدد السكان وكثافتهم، والدخل الفردي، والمنافسة في سوق الاتصالات، والمنافسة في مزاد محدد، ونمط الطيف المعروض في المزاد، والشروط/القيود التقنية المتعلقة بالتراخيص.
- يتطلب حجماً كبيراً من البيانات الأولية.

ويرد في الجدول 2-A3 تلخيص للمعلومات المذكورة أعلاه.

الجدول 2-A3

تحليل الأساليب القائمة لتحديد السعر المبدئي

الأسلوب	المزايا	العيوب
النمذجة الاقتصادية والرياضية	تسمح بتحديد سعر الطيف لكل مستعمل محدد. تقديم قدر كبير من المعلومات.	وجود اختلاف أساسي بين نماذج أعمال المستعملين المختلفين. يتطلب وضع نماذج الأعمال جهوداً كبيرة. عدم وضوح النتائج. خصوصية البيانات الأولية.
نهج تعويض التكاليف	حد أدنى للسعر المبدئي. تعويض تكاليف إدارة الطيف وتكاليف المزادات التي تتحملها الهيئة التنظيمية.	انخفاض الدخل عند انخفاض الطلب. احتمال تآمر المشاركين. الطابع المعقد لجمع البيانات الأولية. احتمال أن يكون السعر الحقيقي للطيف أعلى بكثير.
النهج المقارن	نهج مرن. لا حاجة إلى الحصول على معلومات خاصة. الشفافية. إيلاء الاعتبار لسيناريوهات الطلب المختلفة. توفر البيانات الأولية.	اعتماد النتيجة على البيانات الأولية (الفترة الزمنية ونطاق التردد) وطريقة معالجة البيانات. يؤثر عدد كبير من العوامل على أسعار الطيف في البلدان المختلفة. يحتاج إلى حجم كبير من البيانات الأولية.

تبعاً لنتائج المزاد، يعوض سعر الطيف تكاليف المزاد وتكاليف إدارة الطيف وفقاً لتشريعات البلد.

المرفق 2
بالملحق 3

التجارب الوطنية في مجال مزادات الطيف

1 الولايات المتحدة الأمريكية

1.1 مزاد العروض المختومة الأحادي الجولة

1.1.1 المزاد المغلق لتراخيص مناطق الخدمة المحرومة من الخدمات الخلوية https://www.fcc.gov/auction/77، المرحلة الأولى لصندوق التنقلية https://www.fcc.gov/auction/901

2.1 المزاد التصاعدي المتعدد الجولات

1.2.1 النطاق 700 MHz https://www.fcc.gov/auction/73

3.1 المزاد الميقاتي

1.3.1 المزاد الميقاتي التصاعدي، المزاد التقدمي التحفيزي للإذاعة https://www.fcc.gov/auction/1002

2.3.1 المزاد الميقاتي التنازلي، مثل المزاد رقم 1001 العكسي التحفيزي للإذاعة https://www.fcc.gov/auction/1001

4.1 المزاد التحفيزي

1.4.1

المزاد التحفيزي أداة جديدة[8] أذن بها الكونغرس لمساعدة اللجنة على تلبية الاحتياجات المتسارعة من الطيف في البلد في مجال الخدمات عالية القيمة مثل النطاق العريض المتنقل. ويدمج المزاد ثنائي الجوانب أو "التحفيزي" عرض الطيف والطلب عليه لتحديد مقدار الطيف المباع ومن يستخدمه والأسعار التي يتلقاها البائعون ويدفعها المشترون، وكيفية استخدامه، كما هو الحال في المزاد التحفيزي للإذاعة الذي نظمته لجنة الاتصالات الفدرالية (FCC).

وفي عام 2012، منح الكونغرس اللجنة تفويضاً عاماً لتنظيم مزادات تحفيزية فضلاً عن توجيه محدد فيما يتعلق بمزاد تحفيزي للإذاعة[9]. وفي عام 2014، اعتمدت اللجنة تقريراً وأمراً بشأن المزادات التحفيزية للإذاعة[10]. وبدأ المزاد في 29 مارس 2016 مع التزام الهيئات الإذاعية بالأسعار الافتتاحية[11]. واختتم بنجاح في عام 2017[12]، بإعادة توزيع 84 MHz من طيف الإذاعة التلفزيونية على الصعيد الوطني.

---

[8] https://www.fcc.gov/about-fcc/fcc-initiatives/incentive-auctions/how-it-works

[9] مدونة قوانين الولايات المتحدة الأمريكية (U.S.C). (2012). قانون تخفيف الضرائب على الطبقة الوسطى واستحداث فرص العمل لعام 2012، القانون العام رقم 112–96، 117 Stat 2066 ("قانون الطيف").

[10] https://www.fcc.gov/document/fcc-adopts-rules-first-ever-incentive-auction

[11] طُلب من الهيئات الإذاعية أن تلتزم بخيار التخلي المفضل، وكان بإمكانها أن تلزم بخيارات "احتياطية" إضافية، فيما يتعلق بكل محطة من محطاتها المشاركة في المزاد العكسي. الإجراءات PN، FCC 15-78، أغسطس 2015، الفقرة IV.A.1.

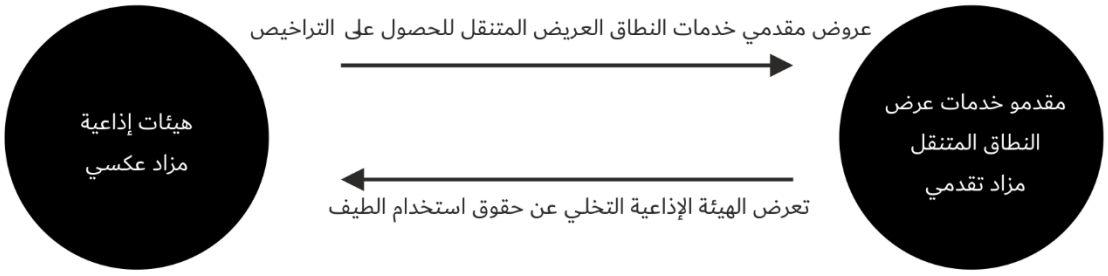
[12] انتهى تقديم العروض في 30 مارس 2017. وتميز الاختتام الرسمي للمزاد بإصدار *الإشعار العام بإغلاق المزاد وإعادة تخصيص القنوات*، DA 17-314، 13 أبريل 2017.

ومُنحت الهيئات الإذاعية الفرصة في مرحلة "المزاد العكسي" من المزاد التحفيزي لإعادة بعض أو كل حقوق استخدام الطيف الإذاعي مقابل مدفوعات تحفيزية. ومن خلال تسهيل الإعادة الطوعية لحقوق استخدام الطيف وإعادة تنظيم نطاقات الإذاعة التلفزيونية، يمكن للجنة استعادة جزء من طيف الموجات الديسيمترية ("UHF") من أجل تنظيم "مزاد تقدمي" لبيع تراخيص جديدة للاستخدام المرن تكون مناسبة لتوفير خدمات النطاق العريض المتنقل. وبزيادة الطيف المتاح لاستعمال النطاق العريض المتنقل، سيعود المزاد التحفيزي بالنفع على المستهلكين من خلال تخفيف الازدحام على موجات الأثير في البلد، وتسريع تطوير خدمات وتطبيقات لا سلكية جديدة وأكثر متانة، وتحفيز استحداث فرص العمل والنمو الاقتصادي.

وتألف المزاد التحفيزي للإذاعة من مزادين منفصلين ولكن مترابطين، مزاد عكسي حدد السعر الذي عند بلوغه تخلت الهيئات الإذاعية طوعاً عن حقوقها في استخدام الطيف؛ ومزاد تقدمي حدد السعر الذي كانت الشركات مستعدة لدفعه مقابل حصولها على تراخيص الاستخدام المرن للاتصالات اللاسلكية. وكان الانضمام إلى المزادين العكسي والتقدمي بمثابة عملية "إعادة توضيب". وشملت عملية إعادة التوضيب إعادة تنظيم القنوات وتخصيصها للمحطات الإذاعية التلفزيونية المتبقية من أجل إنشاء كتل متماسة من الطيف المحرر المناسب للاستعمال المرن. وقد عمل كل من المكونين مع بعضهما البعض. فالمزاد العكسي تطلب معلومات عن المبلغ الذي كان المتزايدون على استعداد لدفعه من أجل الحصول على تراخيص الطيف في المزاد التقدمي؛ وأما المزاد التقدمي، فقد تطلب معلومات عن حقوق استعمال الطيف التي طرحت في المزاد العكسي وعن السعر الذي طُرحت به؛ واعتمد كل من هذين المزادين على كفاءة الهيئات الإذاعية في إعادة التوضيب.

وأجري المزاد التحفيزي الإذاعي في سلسلة من المراحل. وتتألف كل مرحلة من مزاد عكسي ومزاد تقدمي. وقبل المرحلة الأولى، تم تحديد هدف تحرير الطيف الأولي. وأبدت الهيئات الإذاعية من خلال عملية تقديم الطلبات قبل المزاد استعدادها للتخلي عن حقوق استخدام الطيف بالأسعار الافتتاحية. وبناء على الاستعداد الجماعي للهيئات الإذاعية، تم تحديد هدف تحرير الطيف الأولي بأعلى مستوى ممكن (126 ميغاهرتز من الطيف) دون تجاوز سقف كلي وطني محدد مسبقاً بشأن التداخل بين مقدمي الخدمات اللاسلكية والمحطات التلفزيونية ("الانحطاطات") الذي ينشأ عندما يتعين تخصيص محطات تلفزيونية للنطاق اللاسلكي. وأُجريت بعد ذلك عملية مزايدة في المزاد العكسي من أجل تحديد المبلغ الإجمالي للمدفوعات التحفيزية للهيئات الإذاعية المطلوب منها تحرير مقدار الطيف المحدد.

وأعقب المزاد العكسي مزاد تقدمي في كل مرحلة إلى أن تم استيفاء "قاعدة المرحلة النهائية". وقاعدة المرحلة النهائية هي مجموعة من الشروط التي يجب استيفاؤها لإغلاق المزاد عند هدف التحرير الحالي؛ ويؤدي عدم استيفاء القاعدة إلى إجراء مرحلة جديدة عند هدف التحرير الأدنى التالي. وبعد استيفاء "قاعدة المرحلة النهائية"، تستمر المزايدة في المزاد التقدمي إلى أن لا يكون هناك أي طلب زائد، ثم يغلق المزاد التحفيزي. وأُغلق المزاد التحفيزي للإذاعة في المرحلة الرابعة.



Report SM.2523-A3-A

وتمثل أحد العناصر الرئيسية للمزاد التحفيزي للإذاعة في أن قرار الهيئات الإذاعية بالمشاركة في المزاد العكسي كان طوعياً تماماً. وأما في نسق المزاد الميقاتي التنازلي، فإن الهيئة الإذاعية يمكن أن تنسحب من المزاد العكسي إن قررت في أي مرحلة أن السعر منخفض جداً. ولم يقدّم إلى أي محطة تعويض أقل من السعر الإجمالي الذي صرحت بأنها على استعداد لقبوله.

وأقرت لجنة الاتصالات الفدرالية أيضاً بأهمية الهيئات الإذاعية التي اختارت عدم المشاركة في المزاد العكسي واتبعت توجيه الكونغرس ببذل كل الجهود المعقولة للحفاظ على منطقة التغطية والسكان المشمولين بالخدمات المقدمة من حاملي تراخيص الإذاعة المتبقيين. ويؤدي نهج إعادة التنظيم (أو "إعادة التوضيب") الذي تتبعه اللجنة أيضاً إلى تجنب تعرض الهيئات الإذاعية والمستهلكين لحالات العطل غير الضرورية.

2.4.1 خطة النطاق

قامت لجنة الاتصالات الفدرالية قبل المزاد بوضع خطة نطاق لتراخيص الاتصالات اللاسلكية فيما يتعلق بكل هدف من أهداف التحرير المحتملة. وتتألف "خطة النطاق MHz 600" التي اعتمدتها اللجنة من نطاق وصلة صاعدة يبدأ عند القناة 51 (MHz 698) تليه فجوة إرسال مزدوج، ثم نطاق وصلة هابطة[13]. ويمثل كل ترخيص للاتصالات اللاسلكية مقدار MHz 10 من الطيف يتألف من MHz 5 للوصلة الصاعدة مقترناً مع MHz 5 للوصلة الهابطة. ويبين الشكل أدناه خطة النطاق المصاحبة لكل هدف من أهداف تحرير الطيف المحتملة[14]. وتراوح المقدار المحتمل من الطيف الذي تم تحريره بين MHz 126 وMHz 42. وتراوح العدد المقابل من تراخيص الاتصالات اللاسلكية الممنوحة في منطقة جغرافية محددة بين عشرة واثنين.

Report SM.2523-A3-B

وسمحت خطة النطاق في المزاد التحفيزي أيضاً بإمكانية عدم تحرير نفس المقدار من الطيف في كل منطقة جغرافية. وفي الحالات التي تعذر فيها تخصيص قناة في الجزء الأدنى من النطاق لجميع المحطات التلفزيونية التي كانت تحتاج إلى إعادة توضيب، في إطار هدف تحرير معين، فقد حددت برمجيات التوضيب الأمثل تخصيص القنوات في الجزء الأعلى من النطاق، ما قلل من تعرض عمليات تشغيل الاتصالات اللاسلكية للانحطاط المتعلق بالتداخل. ولم تتضمن خطة النطاق MHz 84 التي أغلق بها المزاد هذا الانحطاط.

3.4.1 إعادة تحديد الغرض من أجل الاستخدام في الاتصالات المتنقلة

توفق المزاد التحفيزي للإذاعة في إعادة توزيع MHz 84 من طيف الإذاعة التلفزيونية. ومن مجموع كمية الطيف المعاد توزيعها هذه البالغ MHz 84، مُنح ما مقداره MHz 70 لأغراض الاستخدامات المرخصة المرنة، بما يشمل النطاق العريض المتنقل، وأتيح ما مقداره MHz 14 للاستخدام غير المرخص والميكروفونات اللاسلكية. ومن مجموع الإيرادات الإجمالية المحققة في المزاد التقدمي والبالغة 19,8 مليار دولار، قُدم مبلغ 0,1 مليار دولار لمحطات الإذاعة التلفزيونية الفائزة وأودع مبلغ 7,3 مليار دولار في الخزينة الفدرالية[15].

---

13 فجوة الإرسال المزدوج البالغة MHz 11 والنطاقات الحارسة التي تفصل بين الخدمات المختلفة مبينة باللون الرمادي المخطط قُطرياً بخطوط بيضاء. والقناة 37 المبينة باللون البرتقالي موزعة لخدمة علم الفلك الراديوي وخدمة القياس الطبي عن بُعد اللاسلكية. وتبيَّن أرقام القنوات التلفزيونية UHF لكل قناة تلفزيونية عرضها MHz 6 في الجزء الأدنى من النطاق. Incentive Auction R&O, 29 FCC Rcd at 6585, para. 45.

14 شملت المجموعة الأولية من خطط النطاق التي وضعتها لجنة الاتصالات الفدرالية أيضاً خطة للنطاقين MHz 138 وMHz 144. ولم تؤخذ هذه الخطط في الاعتبار عند تحديد هدف التحرير الأولي لتحقيق تناسق أفضل بين الخطتين الأمريكية والكندية للنطاق MHz 600. انظر Auction 1000 Bidding Procedures PN, 30 FCC Rcd at 8986, para. 16 n. 52; Canadian Coordination at 2 n. 4.

15 بلغت عائدات صافي ائتمانات تقديم العروض في المزاد التقدمي 19,3 مليار دولار. وستُستخدم العائدات أيضاً لسداد المبالغ التي دفعتها الهيئات الإذاعية غير الفائزة وتكاليف إجراء المزاد.

وأنشأ المزاد سوقاً كانت الأولى من نوعها لإعادة تحديد الغرض من الطيف المشغَّل تجارياً لأغراض استعمالات جديدة. ويعد النموذج جزءاً من أساس مستقبل عمليات إعادة توزيع الطيف في الولايات المتحدة. وفي عمليات إعادة التوزيع السابقة، حددت لجنة الاتصالات الفدرالية مقدار الطيف المعاد توزيعه إدارياً. وفي المقابل، حدد المزاد التحفيزي للإذاعة كمية الطيف التي أعيد تحديد الغرض منها في مزاد ثنائي الجوانب من خلال العرض من جانب هيئات الإذاعة التلفزيونية والطلب من جانب شركات الاتصالات اللاسلكية.

وبعد الانتهاء من المزاد التحفيزي، سيكون الانتقال إلى نطاق الموجات الديسيمترية الذي أعيد تنظيمه سريعاً قدر الإمكان دون أن يتسبب في تعطيل لا داعي له. وطُلب من المحطات الإذاعية التي تخلت عن تراخيصها في المزاد التحفيزي أن تسلّم تراخيصها وتتوقف عن التشغيل. وسُمح للمحطات التي تخلت عن تراخيصها بأن تواصل البث عن طريق عقد اتفاق لتقاسم قناة مع محطة لم تتخل عن ترخيصها.

ويتعين على المحطات المعاد تخصيصها لقناة جديدة أن تنتقل من القنوات التي كانت ضمنها قبل المزاد إلى قنوات جديدة في نطاقات الإذاعة التلفزيونية المعاد تنظيمها (القنوات 2-36) وفقاً لجدول زمني لمراحل الانتقال يخصص المحطات المعاد توضيبها لمرحلة واحدة من عشر مراحل انتقال. ولكل مرحلة انتقال موعد نهائي يسمح في إطاره للمحطات ببدء الاختبار والتشغيل في قناتها لما بعد المزاد (فترة الاختبار) وتاريخ يجب أن تتوقف بحلوله كل محطة عن العمل في قنواتها لما قبل المزاد (تاريخ انتهاء المرحلة). ولن يُسمح لأي محطة بمواصلة العمل في قنواتها لما قبل المزاد بعد 13 يوليو 2020.

الملحق 4

دراسة حالة في الصين بشأن تقييم كفاءة الطيف

يعبّر هذا القسم عن آراء الإدارة المساهِمة.

ومن منظور هيئات تنظيم الطيف الراديوي، نفذت بعض الإدارات بالفعل أربعة عوامل لتقييم كفاءة الطيف، وتستخدم هيئة تنظيم الاتصالات الراديوية العوامل الأربعة التالية لتقييم كفاءة استخدام الطيف المصرح به وتوصيف الاستخدام الفعلي للطيف المرخص من خلال القياس الفعلي والبيانات. وعلى هذا النحو، يوجد بُعد آخر لتصوير كفاءة استخدام الطيف، أي من خلال نتائج القياس على أساس أربعة مؤشرات: شَغل نطاق التردد، والشَّغل السنوي للوقت، ومعدل تغطية المنطقة، ومعدل القدرة على خدمة المستعملين

يشير *شغل نطاق التردد* إلى نسبة المدى الترددي الفعلي القابل للاستعمال إلى المدى الترددي الذي وافقت عليه الإدارة.

ويشير *الشَّغل السنوي للوقت* إلى نسبة عدد الأيام (أو الساعات) المستخدمة فعلياً في السنة إلى عدد الأيام (أو الساعات) في سنة واحدة. ووفقاً للاستخدام الفعلي، يستعمل الشَّغل اليومي والشهري للوقت من أجل التقييم أو بالاقتران مع الاستخدام الفعلي للمستعملين والخدمات الراديوية.

ويشير *معدل تغطية المنطقة* إلى نسبة منطقة الاستخدام الفعلية (بالكيلومتر المربع (km^2)) للترددات المرخصة إلى منطقة استخدام الترددات التي وافقت عليها الإدارة.

ويشير *معدل القدرة على خدمة المستعملين* إلى نسبة عدد المستعملين المشمولين بالخدمات فعلياً عن طريق استخدام ترددات مرخصة إلى عدد المستعملين المشمولين بالخدمات والذي جرى تقييمه وإثباته من جانب الخبراء.

وبناءً على ذلك، يمكن مواصلة دراسة المؤشرات الأربعة المذكورة أعلاه لأن هذه المؤشرات تتيح سهولة أكبر لتحقيقها وقياسها وقد تكون أكثر بداهة لتقييم كفاءة (استخدام) الطيف.