

Авдєєнко К.Л., Генко І.О., Корсак В.Ф.

Ключові принципи спільного доступу до радіочастотного ресурсу на ліцензійній основі (LSA)

1. Актуальність концепції спільного доступу до спектру на ліцензійній основі

Розвиток світового ринку телекомунікаційних послуг на сьогоднішній день характеризується збільшенням попиту на послуги стільникового зв'язку та його поширенням в усіх сферах людської діяльності. Вже в найближчі роки це може привести до істотної нестачі радіочастотного ресурсу (РЧР), розподіленого для рухомої служби. Передбачається, що наприкінці цього десятиліття подальший розвиток мобільного зв'язку у діапазонах частот нижче за 6 ГГц призведе до зростання потреб у РЧР удвічі у порівнянні з кількості спектру, розподіленого рухомої службі на поточний момент.

Можливі шляхи вирішення проблеми нестачі спектра для рухомої служби пов'язують із двома напрямками. Перший та звичайно головний з двох – це перерозподіл спектру у смугах частот до 6 ГГц на користь рухомої служби за рахунок інших служб. Проте найімовірніше, що на двох найближчих Всесвітніх конференціях радіозв'язку рухомій службі буде перерозподілено лише частину необхідного РЧР у зазначених діапазонах частот.

Крім того, виходячи з необхідності збільшення обсягу РЧР для потреб стільникового рухомої служби, Європейською комісією у листопаді 2012 р. ініційовано дослідження з пошуку можливостей використання в інтересах рухомої служби радіозв'язку РЧР, розподіленого в діапазонах до 6 ГГц іншим службам. При цьому передбачалося, що ресурс існуючих служб радіозв'язку не повинен перерозподілятися на користь рухомої служби на первинній основі. Таким чином, зазначений підхід мав за ціль не змінити, а вдосконалити існуючу модель управління і регулювання користуванням радіочастотним спектром.

Того ж року Робочою групою з питань радіочастотного менеджменту (WG FM) Комітету з електронних комунікацій (ЕСС) була запропонована концепція т.зв. *спільного доступу до спектру на ліцензійній основі* - LSA (Licensed Shared Access). На даний час, розглядається питання щодо практичного застосування концепції LSA в смузі частот 2,3-2,4 ГГц з метою спільного використання спектра системами стільникового зв'язку та іншими безпроводовими системами (Wi-Fi, ін.). Зокрема, питанням спільного функціонування систем мобільного зв'язку з іншими системами на основі LSA в смузі частот 2,3-2,4 ГГц було присвячено технічний звіт TR 103 113 v.1.1.1, що розроблений Європейським інститутом з питань стандартизації у сфері телекомунікацій (ETSI) [1]. Станом на поточний момент, зазначений документ використовується з метою розробки відповідних технічних стандартів для впровадження LSA.

Дана стаття присвячена висвітленню основних положень даної концепції.

1. Історія виникнення концепції LSA

Концепція LSA в своїй основі виникла з проекту концепції т.зв. спільного доступу до спектру *на авторизованій основі* - ASA (Authorized Shared Access), що був представлений під час проведення під егідою ECC 72-ої зустрічі групи робочої групи з питань радіочастотного менеджменту (WG FM) у травні 2011 року. ASA був ініційований з метою реалізації Стратегічного плану ECC, відповідно до якого *«ECC має сконцентрувати зусилля на довгострокових дослідженнях з використання спектра, сприяти зменшенню нестачі спектра і впровадженню спільних методів його використання»*, в рамках питання з реформування системи управління і регулювання РЧР для забезпечення стабільного економічного зростання телекомунікаційного ринку [2].

В першій половині 2011 р. в рамках WG FM створено Кореспондентську групу з питань когнітивного радіо (CG CRS), яка опікувалась питаннями ASA. Особливістю ASA стало те, що крім статичних методів використання спектра пропонувалося використовувати когнітивне радіо в якості основи для реалізації динамічного методу використання РЧР. Далі у 2012 р. було сформульовано ідею щодо використання ASA в інтересах не лише рухомої, а й інших служб радіозв’язку. Так з’явилася універсальна концепція спільного використання спектра що отримала назву LSA [3]. Завдання щодо створення концепції LSA було покладене в WG FM на Проектну групу FM53, результатом роботи якої у 2014 році стало створення Звіту ECC 205 із описом зазначеної концепції.

2. Сутність та основні особливості LSA.

Основною мотивацією при створенні концепції LSA стала наявність т.зв. «білих плям» у спектрі, що виникають в різні моменти часу внаслідок того, що ліцензіат використовує наданий йому радіочастотний ресурс не повністю. «Білі плями» можуть надаватися іншому користувачеві РЧР на проміжок часу, поки ліцензіат не має потреб у їх використанні. Зазначені ділянки спектру і є тим «фізичним ресурсом», на якому будується концепція LSA [4].

У концепції LSA визначено два основні методи використання «білих плям» спектра – статичний і динамічний.

Статичний метод впроваджується у випадку, якщо протягом певного періоду часу, за винятком екстрених випадків, ліцензіат не використовує одні й ті ж частини смуги частот. При цьому смуги частот, що не використовуються, визначаються регулятором в якості ресурсу, який за згодою ліцензіата може на певний період часу бути переданий іншому користувачеві РЧР (див. наприклад, смуги частот f_7 , f_8 на рис. 1).

Динамічний метод використання «білих плям» застосовується у випадку, якщо «білі плями» з’являються в різні моменти часу в різних ділянках смуги частот, виділеної ліцензіату, залежно від кількості працюючих РЕЗ, що йому

належать (рис. 2). Таки ділянки частот надаються іншому користувачеві РЧР за згодою ліцензіата, за умовою, що вони будуть використовуватися лише у ті проміжки часу, коли вони не задіяні основним ліцензіатом та без створення завад РЕЗ останнього.

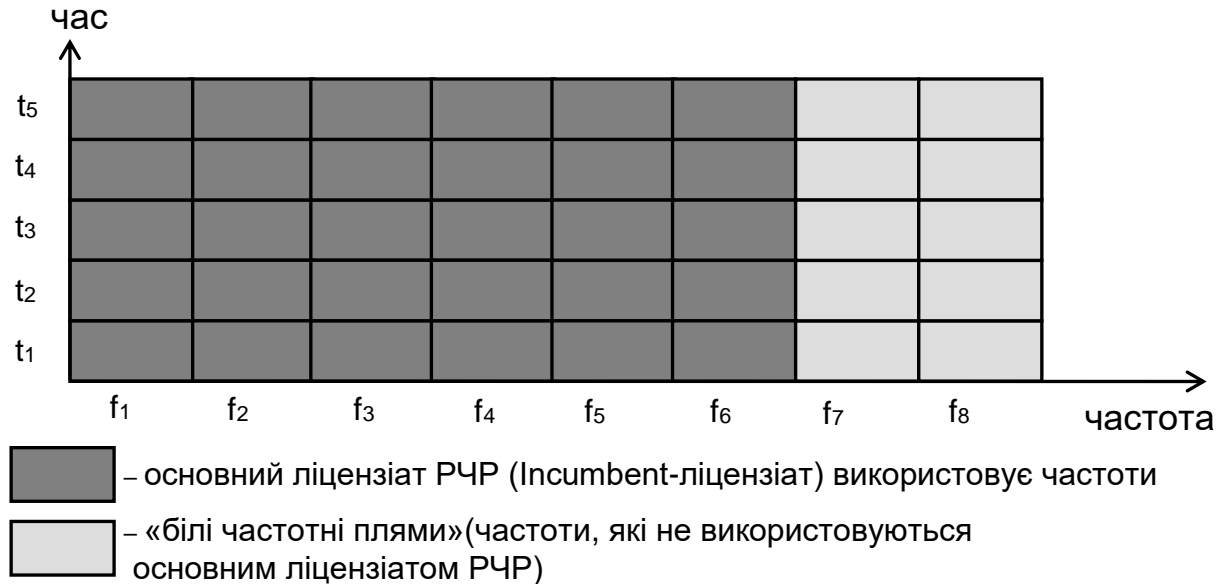


Рис.1. Передумови впровадження статичного методу використання «білих плям» спектру

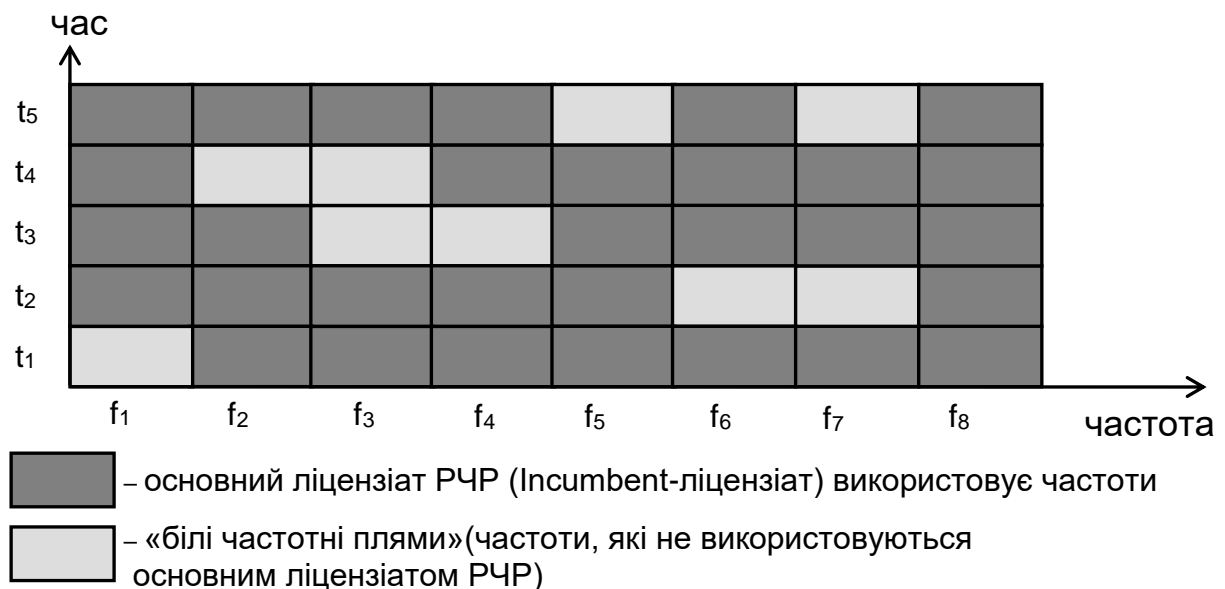


Рис. 2. Передумови впровадження динамічного методу використання «білих плям» спектру

Технологічною базою для реалізації динамічних методів використання «білих плям» спектру є т.зв. *системи когнітивного радіо* [5]. Підкреслюється,

що використання динамічного методу передбачається лише при забезпеченні гарантованої належної якості послуг усім користувачам РЧР, в межах їх прав, що у свою чергу визначаються ліцензійними умовами.

Концепція LSA передбачає існування кількох категорій ліцензіатів, які спільно використовують визначений для них РЧР та функціонують відповідно з правами, що визначаються регулятором. Водночас, важливою умовою LSA є гарантування належної та передбачуваної якості послуг для всіх користувачів РЧР, залежно від прав, що надаються конкретному ліцензіату. Це і є основне доповнення до існуючої системи управління та регулювання використанням спектра, згідно з якою на сьогоднішній день вторинний користувач РЧР не має права вимагати захисту від первинного користувача РЧР. У концепції LSA всі користувачі РЧР є ліцензіатами, отже можуть вимагати захисту хоча й не на рівних, але чітко визначених регулятором правах.

Відповідно, в концепції LSA на сьогоднішній день попередньо визначені три категорії суб'єктів (рис. 3), а саме:

1) основні ліцензіати, або Incumbent-ліцензіати. До основних ліцензіатів належать користувачі РЧР, які в поточний момент часу є власниками ліцензії на пріоритетне використання конкретної смуги частот за певними часовими та територіальними обмеженнями (з метою надання телекомунікаційних послуг), або інші користувачі РЧР, що мають пріоритетні права щодо використання відомчих РЕЗ у визначених законодавством смугах частот.

Іншими словами, LSA не припускає накладення будь-яких обмежень на основного ліцензіата після видачі ліцензій додатковим ліцензіатам, якщо основний ліцензіат сам добровільно не погодиться віддати частину своїх прав останньому (див. п. 2 нижче). Незважаючи на такі привілеї, основний ліцензіат має юридично гарантувати додатковим ліцензіатам право доступу до «білих плям» в певні моменти часу і за умовою певного географічного розташування, тобто деталізувати умови функціонування додаткових ліцензіатів. У той же час, концепція LSA передбачає необхідність деталізації випадків, коли основний ліцензіат обмежує доступ додаткових ліцензіатів до спектру і повертає собі повний доступ до всіх своїх частот.

2) додаткові ліцензіати, або LSA-ліцензіати. До додаткових ліцензіатів відносяться користувачі РЧР, які мають право використовувати РЕЗ, що їм належать, у тих смугах частот, де пріоритетне право на використання спектром належить основним ліцензіатам. Основною умовою функціонування РЕЗ додаткових ліцензіатів у таких смугах частот є відсутність завад з їхнього боку РЕЗ основних ліцензіатів. Це означатиме, що додатковий ліцензіат повинен функціонувати у смугах частот основного ліцензіата з урахуванням обмежень, які накладаються регулятором на його технічні параметри. Окрім технічних обмежень, з метою чіткого визначення прав додаткового ліцензіата в смугах частот основного ліцензіата передбачається визначати пріоритетні умови, за

яких функціонує основний ліцензіат. Це вважається необхідним не тільки для того, щоб гарантовано захистити основних ліцензіатів після видачі додаткових ліцензій іншим користувачам, але і для того, щоб забезпечити умови для гарантованого функціонування РЕЗ додаткових ліцензіатів при визначених для них регуляторних обмеженнях. Концепція LSA також передбачає визначення відповідальності, яка накладається на додаткового ліцензіата у разі створення завад основному ліцензіату.

3) регуляторний орган, якому надається роль юридичного посередника при розмежуванні повноважень між основними і додатковими ліцензіатами, накладанні обмежень на останніх з метою захисту основних ліцензіатів та одночасно – захист інтересів додаткових ліцензіатів. Отже, регуляторний орган відповідно до концепції LSA встановлює правила спільного функціонування основних та додаткових ліцензіатів, а також підтримує баланс між ними на принципах радіочастотного менеджменту, законодавчо встановлених в державі.

Найважливішою задачею регулятора відповідно до LSA є забезпечення законодавчої бази для використання LSA-ліцензування. Зокрема, LSA визначає необхідність внесення записів або приміток до Національних таблиць розподілу РЧР, для смуг частот, які регулятор визначає придатними для застосування LSA-механізмів та відповідного LSA-ліцензування.

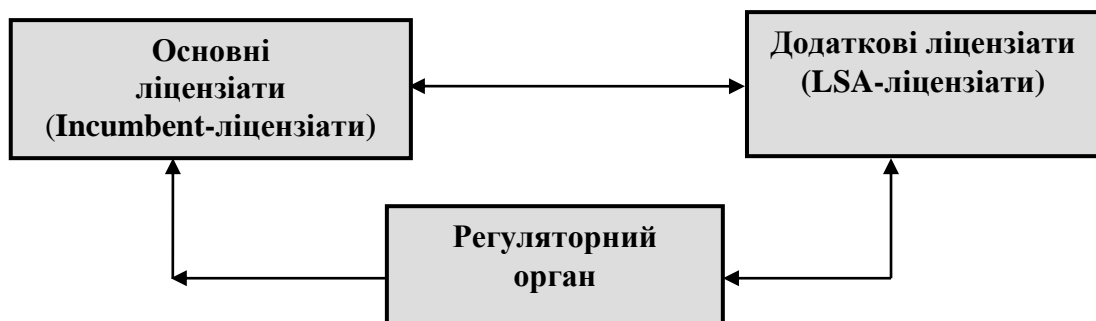


Рис. 3. Схема взаємодії суб'єктів концепції LSA

На сьогоднішній день LSA передбачає наступний механізм видачі LSA-ліцензій додатковому ліцензіату:

- національний регулятор надсилає основному ліцензіату запит, в якому визначається доцільність використання «білих плям» за рахунок видачі LSA-ліцензій іншим користувачам РЧР. При цьому можливо, що національний регулятор, використовуючи засоби радіочастотного моніторингу, здійснює попередній аналіз зайнятості спектра, що виділений основному ліцензіату. Результати такого моніторингу надаються ліцензіату разом із запитом;
- після проведення власного аналізу, основний ліцензіат направляє національному регулятору відповідь, в якому повідомляє свої умови видачі

LSA-ліцензій додатковому ліцензіату. Ці умови можуть включати в себе інформацію щодо конкретного частотно-часового ресурсу, який може бути використаний додатковим ліцензіатом, географічні райони, на які поширюється LSA-ліцензія, а також ті юридичні аспекти видачі додаткових ліцензій, які можуть бути важливими на думку основного ліцензіата. Наприклад, можуть бути обумовлені всі екстрені випадки, при виникненні яких основний ліцензіат повертає собі повний контроль над спектром в рамках наданої йому ліцензії та тимчасово забороняє додатковому ліцензіату використовувати його частотний ресурс.

- національний регулятор проводить юридичну і технічну оцінку умов видачі LSA-ліцензій додатковому ліцензіату, надісланих йому основним ліцензіатом, і визначає регуляторні та технічні рамки, у яких може бути застосований процес LSA-ліцензування.

- після визначення умов LSA-ліцензування національний регулятор оголошує про його початок. Користувачі РЧР, які зацікавлені в одержанні LSA-ліцензій, можуть подати регулятору відповідні заявки на їх отримання. Якщо поява «білих плям» носить динамічний характер, то найважливішою складовою процесу LSA-ліцензування вважається наявність доступу потенційних LSA-ліцензіатів до актуальної інформації щодо завантаженості спектра основного ліцензіата в режимі online. Якщо «білі плями» мають постійний характер (за часом та частотою) - йдеться про застосування статичних методів використання РЧР. У цьому випадку умови, за якими проводиться LSA-ліцензування, повідомляються потенційним LSA-ліцензіатам на етапі подачі заявки на отримання ліцензії.

- по закінченні процесу LSA-ліцензування визначаються користувачі РЧР, які отримують LSA-ліцензії в якості додаткових ліцензіатів.

Наступне, про що варто зауважити – це програмно-технічна архітектура, що забезпечує можливість застосування концепції LSA (рис. 4).

На даний час визначають три організаційно-технічних компонента архітектури LSA:

- *Репозиторій LSA*, який передбачається використовувати для зберігання різноманітної управляючої інформації щодо використання спектра основного ліцензіата додатковими ліцензіатами у тому обсязі та на правах, як це юридично визначено національним регулятором.

- *Контролер LSA*, який управлятиме доступом додаткових ліцензіатів до спектра основних ліцензіатів на основі прав, наданих національним регулятором та визначених у репозиторію LSA.

- *Управління репозиторієм LSA* – національний регулятор або інший уповноважений орган, який відповідає за внесення управляючої інформації до репозиторію LSA.



Рис. 4. Організація доступу додаткового користувача РЧР до смуг частот основного користувача РЧР через елементи архітектури LSA

3. Завдання та етапи впровадження концепції LSA

У 2012 р. Робочою групою WG FM було визначено основні завдання, які необхідно вирішити з метою впровадження LSA:

- визначення «ступенів гарантованості» доступу до спектру, що основний ліцензіат може забезпечити додатковим ліцензіатам у «білих плямах» спектру, з метою оцінки економічних витрат додаткових ліцензіатів;
- дослідження існуючих регуляторних механізмів використання спектру в ЄС, з метою визначення можливості реалізації концепції LSA як доповнення до існуючої системи радіочастотного менеджменту;
- дослідження можливості гармонізації смуг частот, які будуть визначені як кандидатні для впровадження концепції LSA в країнах ЄС (саме збільшення гармонізованого частотного ресурсу для рухомої служби радіозв'язку є базовим фактором економічної ефективності даного проекту);
- визначення технічних та експлуатаційних умов імплементації концепції LSA у окремих частотних діапазонах;
- розроблення процедур призначення індивідуальних прав додатковим ліцензіатам при використанні смуг частот основного ліцензіата з урахуванням законодавчої бази ЄС;
- дослідження питань, пов'язаних зі стандартизацією обладнання, яке буде функціонувати згідно з концепцією LSA.

З метою стандартизації програмно-технічного забезпечення, яке буде використовуватись для реалізації концепції LSA, ETSI (Європейський інститут телекомунікаційних стандартів) розроблюються проекти по гармонізованому

впровадженню т.зв. реконфігурованих радіосистем (RRS) і систем когнітивного радіо (CRS) [5].

4. Висновки

За задумом розробників, концепція LSA має не змінити, а лише доповнити додатковими можливостями існуючу на сьогоднішній день модель управління і регулювання користуванням РЧР, збільшивши ефективність його використання шляхом впровадження таких технологій, як когнітивне радіо.

Першою ділянкою спектра, яка на сьогоднішній день підлягає гармонізації у країнах ЄС для впровадження послуг стільникового зв'язку з застосуванням LSA, є смуга частот 2,3-2,4 ГГц. Оскільки нестача спектра для розвитку послуг мобільного зв'язку наступних поколінь стає все більш помітною, найближчим можна очікувати визначення й інших смуг радіочастот для гармонізованого використання на основі цієї концепції.

Законодавче впровадження концепції передбачає внесення в відповідні національні регуляторні документи приміток для тих смуг радіочастот, які регулятор визначив як потенційно придатні для цього (наприклад, в Україні це означало б внесення відповідних записів до графі «Особливості використання радіотехнологій» Плану використання радіочастотного ресурсу).

Література

1. ETSI TR 103 113, v.1.1.1, Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters. Mobile Broadband Services in the 2300-2400 MHz frequency band under Licensed Shared Access regime.
2. FM(12)084. Report on Authorized Shared Access concept. - 74th WGM Meeting, Switzerland, 23-27 Apr 2012.
3. FM(12)041. Definition of “Licensed Shared Access”. - 74th WGM Meeting, Switzerland, 23-27 Apr 2012.
4. ECC Report 205, Licensed Shared Access. Approved February 2014.
5. I.F. Akyildiz, W.-Y. Lee, M.C. Vuran, and S. Mohanty, "A Survey on Spectrum Management in Cognitive Radio Networks," IEEE Comm. Magazine, vol. 46, no. 4, pp. 40-48, Apr. 2008.

Ключові принципи спільного доступу до радіочастотного ресурсу на ліцензійній основі (LSA)

Очікується, що в найближче десятиліття розвиток мобільного зв'язку в діапазонах частот нижче 6 ГГц призведе до значного зростання потреби в радіочастотному ресурсі в порівнянні з тим, що розподілений рухомій службі радіозв'язку на поточний момент. Поряд з подальшим перерозподілом спектра на всесвітніх конференціях радіозв'язку, одним з можливих рішень проблеми може бути використання спектра, розподіленого іншим службам радіозв'язку. Дослідними структурами СЕПТ, що працюють під егідою Європейської комісії з електронних комунікацій, була розроблена концепція т.зв. спільного використання спектра на ліцензійній основі: Licensed Shared Access (LSA). У цій статті розглянуто ключові поняття і основні методологічні підходи концепції LSA, а також завдання, які належить вирішити при її впровадженні.

Ключевые принципы совместного использования радиочастотного ресурса на лицензионной основе (LSA)

Ожидается, что в ближайшее десятилетие развитие мобильной связи в диапазонах частот ниже 6 ГГц приведет к значительному росту потребности в радиочастотном ресурсе по сравнению с тем, что распределен подвижной службе радиосвязи на текущий момент. Наряду с дальнейшим перераспределением спектра на всемирных конференциях радиосвязи, одним из возможных решений проблемы может быть использование спектра, распределенного другим службам радиосвязи. Исследовательскими структурами СЕПТ, работающими под эгидой Европейской комиссии по электронным коммуникациям, была разработана концепция т.н. совместного использования спектра на лицензионной основе: Licensed Shared Access (LSA). В настоящей статье рассмотрены ключевые понятия и основные методологические подходы концепции LSA, а также задачи, которые предстоит решить при её внедрении.

The key principles of the Licensed Shared Access

It is expected that the development of mobile communications in the bands below 6 GHz will lead to a significant increase in demand for radio resource in the next decade than it is allocated to the mobile radiocommunication service at the moment. Along with the further reallocation of spectrum on the World Radiocommunication Conferences, one possible solution would be to use the spectrum allocated to other radio services. With this objective CEPT research institutions working under the auspices of the European Communications Commission developed the so-called Licensed Shared Access (LSA) concept. This article describes the key principles and methodological approaches of the LSA concept as well as the tasks to be resolved when implementing LSA regulation.