

УДК 621.396.218 (045)

СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ОПЕРАТОРІВ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ В УКРАЇНІ

Р. С. Одарченко, канд. техн. наук

Національний авіаційний університет

odarchenko.r.s@mail.ru

Проаналізовано основні проблеми розвитку сучасних стільникових мереж в Україні, зокрема обмеженість радіочастотного ресурсу та недосконалість законодавчої бази. Запропоновано сценарій розгортання мереж LTE із урахуванням забезпечення вимог до застосування принципів технологічної нейтральності та проведення рефармінгу радіочастотного ресурсу в Україні. Запропоновано рекомендації для забезпечення безперервного розвитку стільникових мереж із можливістю максимізації прибутків від мереж старих та нових поколінь. Запропоновано використання концепції Single RAN для збереження інвестиційних витрат операторів стільникового зв'язку в довгостроковій перспективі, окреслені основні переваги даного підходу. Окреслені напрямки майбутніх наукових досліджень, пов'язаних із усуненням недоліків існуючих мереж третього та четвертого поколінь на шляху до впровадження мереж 5G.

Ключові слова: стільникові мережі, рефармінг, стратегія, концепція, LTE, Single RAN, 5G, технологічна нейтральність, радіочастотний ресурс.

This paper analyzes the main problems of the modern cellular networks in Ukraine, including the limited frequency resources and imperfect legislation. A scenario deploy LTE networks with a view to ensuring the requirements for application of the principles of technological neutrality and refarming radio frequency resources in Ukraine. The proposed recommendations to ensure the continued development of cellular networks with the ability to maximize profits from the networks of old and new generations. The use of the concept of Single RAN to save investment costs of mobile operators in the long term, outlining the main advantages of this approach. Directions for future research related to the deficiencies of the existing networks of the third and fourth generations to realize the network 5G.

Keywords: cellular network, strategy, concept, LTE, Single RAN, 5G, technological neutrality, the radio resources.

Вступ

16 червня 1993 р. вважається датою, коли в Україні було запроваджено стільниковий зв'язок і здійснено перший дзвінок з мобільного телефону. Першою компанією на ринку стільникового зв'язку стала компанія «Український Мобільний Зв'язок» (УМС) [1].

Основними віхами в історії розвитку стільникових мереж в Україні слід вважати такі дати:

– 1997 рік — створення першої в Україні мережі стандарту GSM-900 (Global System for Mobile Communications) [2], що передбачала надання більш ширших можливостей, використання телефону у роумінгу (мережу створила компанія УМС);

– 2000 рік став переломним. Лідуючі позиції надовго перехопив Київстар;

– 2002 рік — УМС підключає мільйонного абонента. До цього часу «Київстар» тестово запроваджує технологію передачі даних GPRS [3];

– 2004 рік — впровадження високошвидкісної передачі даних EDGE [4];

– 2005 рік — липень Київстар реєструє 10 млн абонентів, серпень про теж саме заявляє УМС. На ринок дуже швидко входить турецька компанія «Астеліт» зі своїм брендом Life:).

У цих умовах постійна боротьба призводить до того, що на ринку з'являються все нові більш вигідні пропозиції і акційні стартові пакети. Кожна із компаній починає анонсувати запуск мереж наступних поколінь.

Кожен із найбільших стільникових операторів вже давно мали тестові закриті 3G мережі, проте із ряду причин не могли запустити їх у комерційне використання. Стільниковий оператор МТС ще в 2010 р. анонсував запуск тестової мережі LTE [5]. Проте до недавнього часу не відбувалося якісного переходу (стрижку) у стільникових мережах в Україні.

Аналіз досліджень та публікацій

В той час, як в іноземній літературі велося порівняння мереж нового покоління [6], визначення їх переваг та недоліків [7; 8], розроблялися вимоги до мереж нового покоління, наприклад, 5G [9], у вітчизняній літературі широко досліджувалися лише теоретичні аспекти впровадження мереж 3G та 4G [10], визначались перспективи [11] та причини відсутності їх впровадження, висувались різноманітні стратегії розвитку стільникових мереж в Україні [12; 13], розглядалися питання рефармінгу радіочастотного ресурсу [14].

Постановка мети та завдання дослідження

Проте запропоновані стратегії мали локальний характер, не було узагальнених результатів, що не давало змоги операторам планувати свої витрати на розвиток стільникових мереж нових поколінь. Тому метою даною роботи є визначення та узагальнення проблем впровадження стільникових мереж в Україні, а на основі даних цього аналізу розробка дієвих

стратегій розвитку операторів стільникового зв'язку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Якщо відкрити карту покриття мобільного Інтернету в світі на сайті Opensignal.com і виставити мітки навпроти значків 3G і 4G, то Україна здається білою плямою в Європі — тут є переважно лише зв'язок повільного за сучасними мірками, застарілого стандарту 2G.

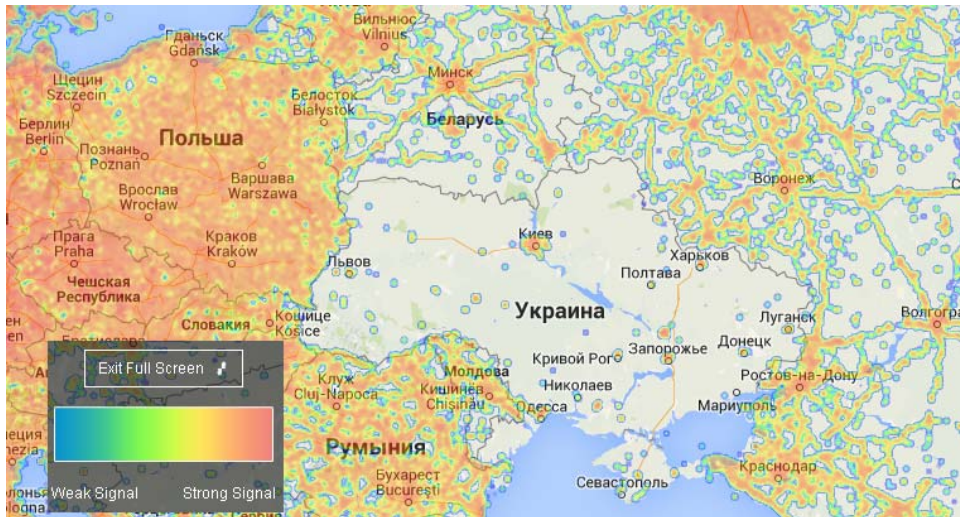


Рис. 1. Покриття стандартів покоління 3G в Україні та в сусідніх країнах

Але від 23 лютого, коли нарешті Нацкомісія з регулювання зв'язку продала на конкурсі 3G-ліцензії всім трьом найбільшим стільниковим операторам країни — Астеліту (торгова марка Life:), МТС-Україна і Київстару, ситуація кардинально має змінитися на краще. Сумарна вартість ліцензій для операторів склала 8,6 млрд грн [15].

За умовами аукціону, ліцензії на 3G видаються на 15 років в усіх регіонах України за трьома лотами одночасно. Стартову вартість кожного встановили в розмірі 2,7 млрд грн. Крім того, переможцям доведеться взяти на себе витрати, пов'язані з проведенням конверсії. Мова йде про те, що для 3G потрібні частоти, які зараз використовують військові. І переведення їх на цивільні потреби вимагає, за попередніми оцінками, 1,6 млрд грн. Сума може змінюватися залежно від рівня інфляції.

Крім того, переможці зобов'язані за 18 місяців запустити мережу третього покоління на території всіх обласних центрів України. А протягом шести років — на території всіх районних центрів і всіх населених пунктів з населенням більше 10 тис. чоловік.

Все це означає, що подивитися онлайн-відео на великій швидкості в автомобілі швидше за все не получится — для цього потрібен зв'язок вже четвертого покоління.

Проте вдома або в офісі, якщо поруч не буде великої кількості абонентів, навіть онлайн-кінотеатр в смартфоні стане реальністю.

Швидкий мобільний Інтернет — це не тільки зручність для користувачів-відеоманів, але і глобальна зміна якості життя в країні. Швидкий зв'язок вплине на багато сфер, починаючи з розвитку мобільної комерції і закінчуючи можливістю отримувати повноцінну онлайн-освіту в будь-який зручний час і без прив'язки до домашнього або робочого комп'ютера.

3G дасть відчутний поштовх і для розвитку економіки країни. За даними спільного дослідження компаній GSMA, Deloitte і Cisco, збільшення кількості користувачів 3G хоча б на 10 % призводить до помітного прискорення темпів зростання ВВП на душу населення [16].

За оцінками Національної комісії з регулювання зв'язку, вже до 2018 р. майже 40 % населення України будуть користуватися новим стандартом. Проте, слід звернути увагу на те, що поки в Україні тільки розпочинається впровадження нового стандарту, в більшості європейських держав споживачі вже перейшли більш прогресивний 4G-зв'язок. Швидкість передачі даних там становить від 100 Мбіт/с до 1 Гбіт/с [7]. Більше того, у ряді країн же вже активно планується до впровадження зв'язок 5G [9].

Безумовно, головним аргументом на користь якнайшвидшого впровадження LTE є зростання обсягів даних, переданих по мережах мобільного зв'язку. Сьогодні основний внесок у цей обсяг вносить трафік Web. Так, згідно з дослідженням, проведеним нещодавно компанією Alcatel-Lucent в Північній Америці, в робочі години трафік, пов'язаний з переглядом Web-сайтів, займає 69 % пропускну здатності каналу передачі даних, тоді як, наприклад, на електронну пошту витрачається тільки 4 % цієї смуги.

Лавиноподібне збільшення кількості користувачів Інтернету сприятиме подальшому зростанню обсягів даних, що пересилаються. Збільшенню обсягів трафіку даних сприяє ще ціла низка тенденцій:

- підвищення «інтелекту» кінцевих пристроїв. Популярність компактних нетбуків, а також смартфонів стрімко зростає; за статистикою, користувачі таких пристроїв «генерують» в 4–10 разів більше трафіку, ніж власники звичайних мобільних телефонів;

- «Хмарні» сервіси. У міру того як інформація і додатки переміщуються в мережеві інфраструктури, можливості компактних мобільних терміналів значно поширюються. Рядові споживачі можуть зберігати в «хмарах» свої фотографії, відеоролики, музику й інший цифровий контент. Це дозволяє розвантажити абонентський пристрій завдяки можливості доступу до будь-якої інформації в будь-який час з будь-якого місця. Для бізнес-користувачів «хмари» стають надійними майданчиками для зберігання критично важливих даних;

- надання сервісів за принципом SaaS. Завдяки реалізації сервіс-провайдером моделі «програмне забезпечення як сервіс» (Software-as-a-Service, SaaS) будь-який користувач (співробітник якого-небудь підприємства або приватна особа) має можливість орендувати необхідні йому додатки і таким чином отримати суттєву економію. Наприклад, підприємство малого бізнесу, для якого придбання повного програмного пакету за традиційною схемою є занадто витратною справою, може за привабливою ціною орендувати ПО автоматизації продажів всього для двох робочих місць;

- Mashup. Це поняття припускає, що додаток задіє контент з різних джерел. Одним із прикладів цього є використання на Web-сайті картографічних даних Google Map спільно з локальною базою даних [17];

- збільшення числа сеансів зв'язку. У майбутньому сеанси зв'язку будуть все частіше ініціюватися не тільки користувачами, але й різними додатками в автоматичному режимі. Зокрема, браузері мобільних терміналів будуть ініціювати безліч підключень (з одного терміналу) для завантаження доповнень до систем безпеки, оновлення локальних міні-баз даних, підтримки додатків mashup.

Згадані програми та сервіси частково вже використовуються в сучасних мережах мобільного зв'язку, але їх повноцінна реалізація стане можливою тільки з впровадженням високошвидкісних систем LTE. Так, за прогнозами ІТУ в 2018 р. на мережі LTE припадатиме близько половини мобільних абонентів в усьому світі (рис. 2).

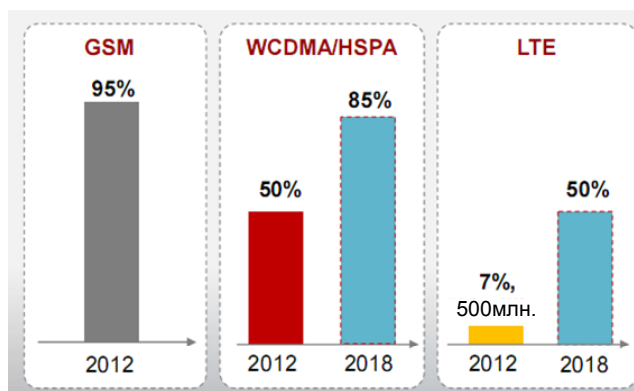


Рис. 2. Глобальне зростання охоплення населення стільниковими мережами

Тому українським операторам стільникового зв'язку слід вже зараз розробляти стратегії подальших дій по експлуатації та модернізації своїх мереж. Звичайно, керуючись настановами керуючих органів, оператори стільникового зв'язку можуть повноцінно впроваджувати мережі 3G, отримуючи повноцінний дохід від їх

впровадження та лише плануючи розгортання мереж LTE. При цьому основною задачею є вивільнення доступних для впровадження в Україні діапазонів.

У світі, наприклад, найбільше використовуються такі діапазони в окремих регіонах, як показано на рис. 3.

Як бачимо з рис. 3, найбільшого поширення в Європі набули стандарти 800, 900, 1800, 2100 та 2600 МГц. Крім того, останнім часом все більше смуг частот виділяється в околі частоти

2600 МГц. З огляду на це та враховуючи особливості радіочастотного спектру в Україні, можна запропонувати наступний сценарій розгортання мереж LTE (рис. 4).

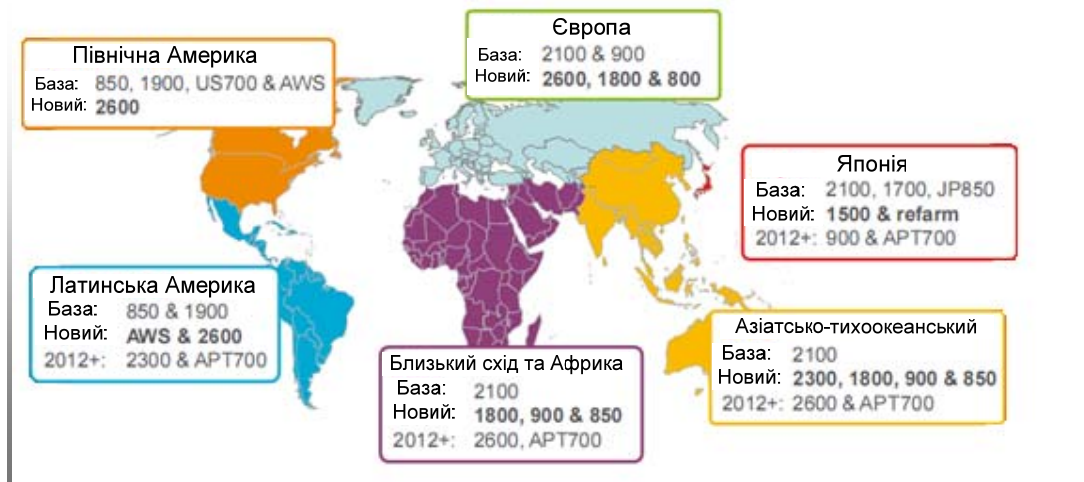


Рис. 3. Частотні діапазони для розгортання мереж LTE в світі

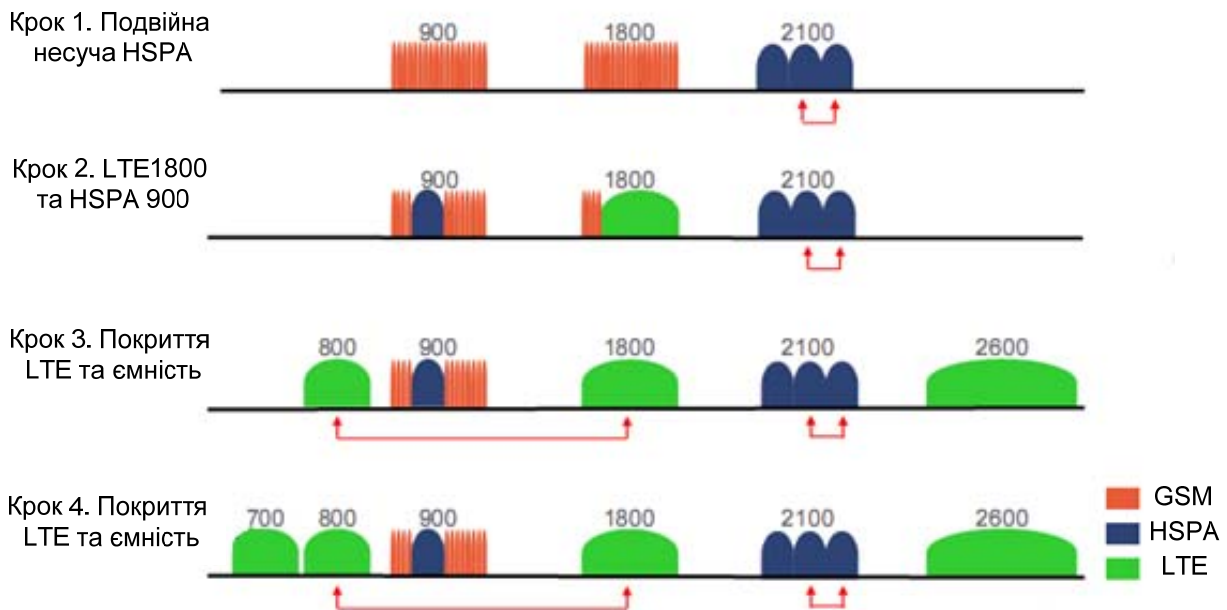


Рис. 4. Стратегія впровадження технології LTE на радіочастотному спектрі

Спочатку мають співіснувати технології GSM та HSPA, займаючи при цьому віддалені частини радіочастотного спектру (Крок 1), що матиме неабиякий вплив на відсутність взаємної інтерференції. Передбачається, що на даному етапі мережі GSM будуть обслуговувати переважно голосові виклики, а мережі HSPA — для передачі даних. Проте із плином часу більшість і мовних повідомлень буде мігрувати в мережі третього покоління. Тоді виникне можливість на часткове вивільнення діапазону 1800 МГц (Крок 2) та розгортання на цих

частотах мереж LTE. Тоді вже будуть співіснувати мережі HSPA та LTE. В цьому випадку LTE не буде забезпечувати достатньої якості обслуговування абонентів та покриття.

На третьому кроці можна додати ще канали із двох діапазонів 800 та 2600 МГц, що дозволить забезпечити більше покриття території обслуговування та підвищення якості обслуговування за рахунок розвантаження використовуваних діапазонів.

На четвертому кроці додається ще один діапазон 700 МГц, що дозволить гнучко

розподіляти всі доступні смуги частот між операторами стільникового зв'язку при забезпеченні приблизно однакого рівню якості надання послуг абонентам.

Проте, запропонований сценарій в Україні поки що дуже важко реалізувати.

У короткостроковій та довгостроковій перспективі для розгортання мереж LTE можливим є використання лише смуг 900 та 1800 МГц.

Таким чином, першим реальним кроком на шляху впровадження технології LTE в смугах частот 900 та 1800 МГц є внесення змін в План використання радіочастотного ресурсу про дозвіл спільного використання радіотехнологій GSM/UMTS/LTE, згідно із рішенням Європейської комісії 2009/706/EC та 2011/251/EU.

Додатково, реалізація Європейського підходу із технологічної нейтральності в даних смугах частот, потребує проведення досліджень із визначення умов спільного використання між вказаними радіотехнологіями та іншими радіоелектронними засобами спеціального призначення.

Після введення принципу технологічної нейтральності необхідно провести процедуру частотного рефармінгу з метою впровадження нових радіотехнологій 3G та 4G. Вона не повинна бути окремим процесом, вона має виступати логічним наслідком забезпечення всіх вимог технологічної нейтральності.

У результаті рефармінгу спектр має перерозподілитися таким чином, щоб створити неперервні смуги частот для кожного оператора та передумови для переходу на нові широкосмугові технології. Для проведення справедливого рефармінгу в Україні заважає наступне. Ліцензування частотних діапазонів для мереж GSM проходило поступово і нерівномірно в кожному регіоні, з урахуванням потреб операторів і вивільнення частини спектру від радіоелектронних пристроїв спеціальних користувачів. У результаті декількох етапів ліцензування, розподіл між операторами GSM частотного ресурсу характеризується високим рівнем фрагментарності розміщення частот по спектру і нерівномірністю наявних у операторів частот по регіонам України (рис. 5).

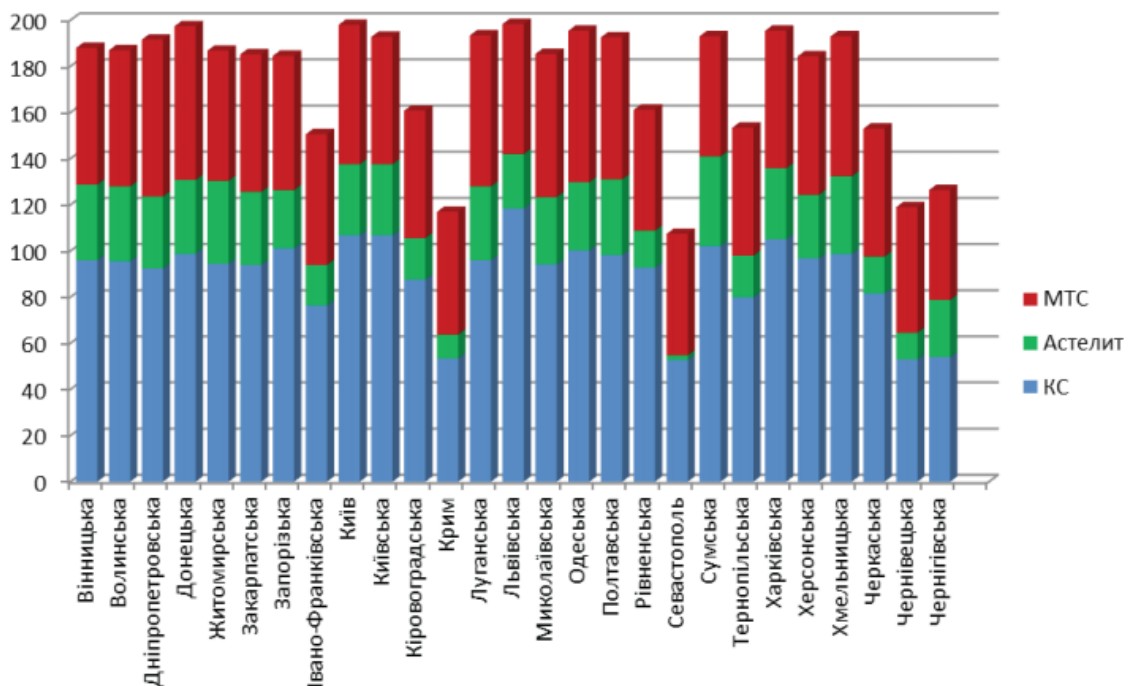


Рис. 5. Завантаженість спектру в діапазонах 900/1800 в Україні

Тому необхідно провести в майбутньому справедливий рефармінг, який надасть можливість всім операторам конкурувати на рівних.

Таким чином, на базі проведених досліджень можна запропонувати такі рекомендації по рефармінгу в Україні:

1. Прийняття технологічної нейтральності в діапазонах частот 900/1800;

2. Згода всіх учасників ринку з приводу проведення справедливого рефармінгу;

3. Необхідність в розробці компенсаційних механізмів для операторів з боку держави для компенсації можливих втрат частини частотних діапазонів. Для вивільнення частотного ресурсу запропоновано наступний алгоритм, приведений на рис. 6.

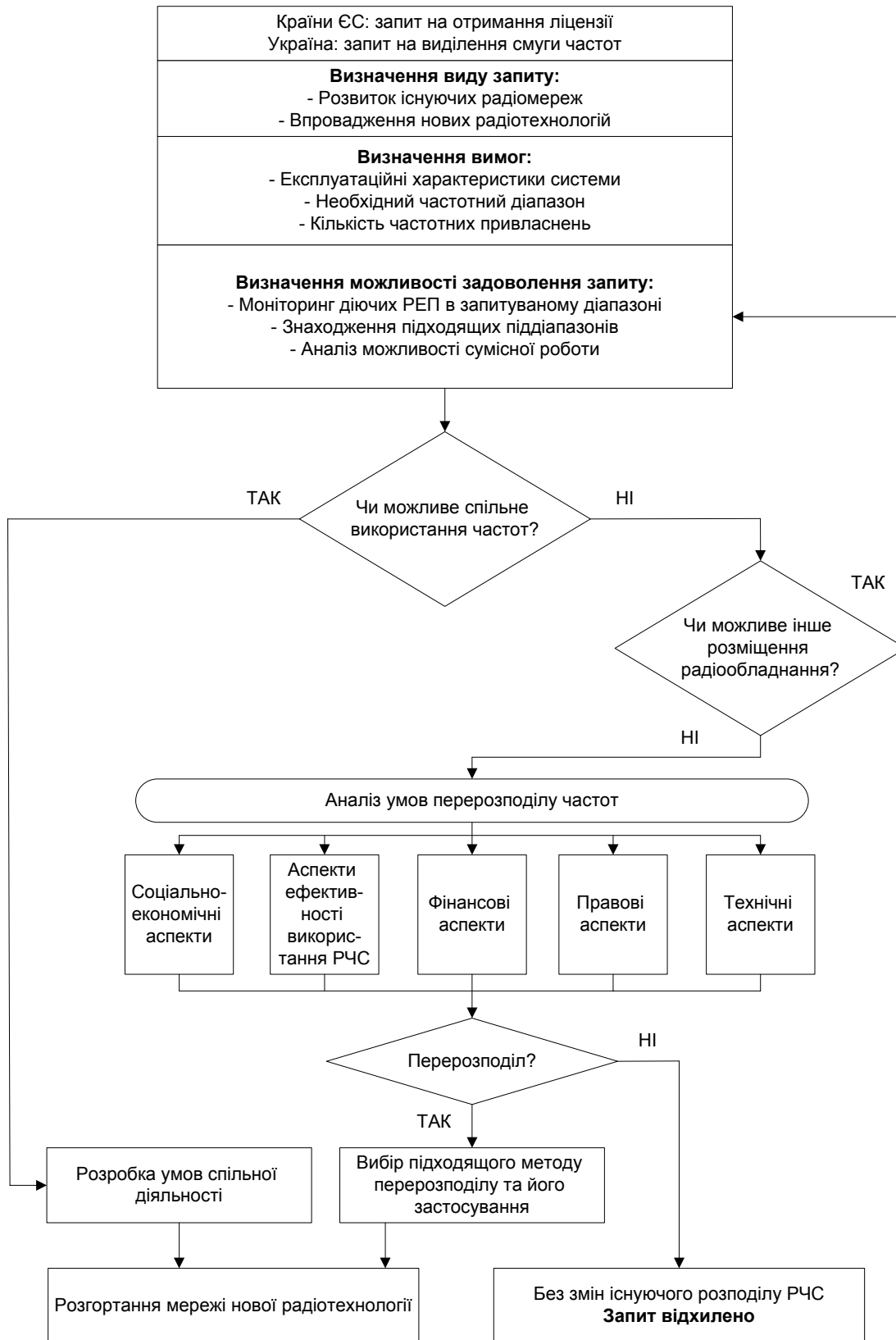


Рис. 6. Алгоритм вивільнення частотного ресурсу

Підсумовуючи все вищезазначене можна зробити висновок, що поки що Україна не готова до впровадження мереж LTE. Навіть на рівні споживачів: частка смартфонів, які підтримують 4G, у абонентів стільникових операторів не

перевищує 10 %. До того ж перейти відразу на 4G в Україні в буквальному сенсі неможливо. Частоти під цей стандарт зараз зайняті під 2G, майже 50 % яких контролює компанія Київстар. Оператори повинні будуть вивільнити їх після

переходу її абонентів з 2G в 3G. Тобто в майбутньому буде проведено справедливий частотний рефармінг.

У цих умовах залишається відкритим питання, як же діяти операторам стільникового зв'язку в Україні, повноцінно розгортаючи мережі 3-го покоління, при цьому в майбутньому плануючи розгорнути мережі LTE. Це стосується економічних витрат, які обов'язково понесуть оператори стільникового зв'язку, адже їм прийдеться вибирати між двома альтернативами: повністю використати потенціал мереж 3G і зупинити технологічний розвиток або відмовитися від надходів та переходити до зв'язку 4-го покоління. Проте вже зараз, розуміючи це, оператори розгортають мережі 3G із перспективою розгортання на їх базі 4G. Цьому сприяють вже існуючі технології, зокрема, підхід, який полягає у використанні концепції Single RAN (RAN — radio access network) (рис. 7).

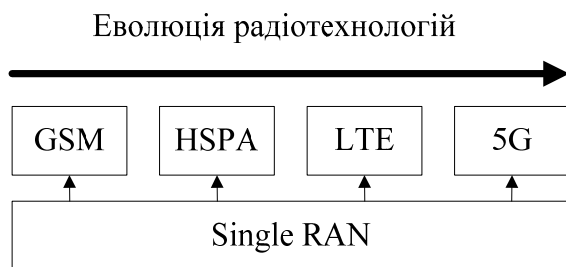


Рис. 7. Концепція Single RAN в контексті розвитку радіотехнологій

Концепція Single RAN — це можливість підтримки існуючих і майбутніх технологій на одній апаратній платформі [18]. Вона дозволяє модернізувати мережу оператора без заміни технічного обладнання (*hardware*), а лише оновивши програмне забезпечення.

Використовуючи Single RAN, оператори стільникового зв'язку зможуть запуснути LTE-технологію в радіомережі, коли це стане дозволено державою і буде необхідним для ринку.

Single RAN дає змогу базовим станціям радіомережі працювати одночасно на декількох стандартах: наприклад, GSM і 3G або GSM і LTE.

Це важливо враховувати на майбутнє, оскільки після запуску мережі LTE вона буде довгий час співіснувати з GSM. Але з Single RAN при впровадженні LTE всі користувачі GSM-пристроїв будуть також залишатися на зв'язку.

Така мінімізація та уніфікація стала можлива завдяки тривалій праці, яка виконувалась

виробниками обладнання для мобільних мереж, процесу стандартизації, яка постійно проводиться в спеціальних організаціях і досягненням в галузі сучасної мікроелектроніки.

Тепер один передавач у будь-якому діапазоні може одночасно працювати в декількох стандартах на заданій частоті, а один блок управління, після додавання невеликої плати здатний обробляти трафік від цих мультистандартних передавачів і відправляти його по загальному транспортному каналу на сайт оператора.

Звичайно, в концепцію Single RAN входять також і вимоги до обладнання в мережі оператора, такому як BSC/RNC/MSC/SGSN, системам управління і транспортних мереж, і всі вони дозволяють мінімізувати кількість обладнання і використовувати його з максимальною ефективністю для розвитку мобільної мережі.

Підсумовуючи, можна сформулювати переваги використання даної концепції:

- доступність версій програмного забезпечення для GSM, WCDMA і LTE;
- покращена рівноцінність функцій;
- зменшення часу тестування обладнання.

Висновки

Отже, в цій статті було розглянуто еволюцію операторів стільникового зв'язку в Україні, окреслені основні тенденції розвитку радіотехнологій в світі та в Україні зокрема.

З огляду на стан та перспективи розвитку стільникових мереж, запропонований сценарій розгортання мереж LTE в Україні із урахуванням основних вимог до запровадження принципу технологічної нейтральності та проведення рефармінгу радіочастотного ресурсу.

Наведені рекомендації, яких необхідно дотримуватись для забезпечення безперервного розвитку вітчизняних стільникових мереж із можливістю збереження прибутків основних компаній, представлених на ринку.

Обґрунтована необхідність використання сучасних технологічних рішень при розгортанні мереж 3G. Зокрема, всі нові мережі, які плануються і будуються в даний час, мають бути засновані на використанні концепції Single RAN, а існуючі мережі мають проходити планову модернізацію, яка завершиться протягом декількох років, також базуючись на вищезазначеній концепції.

У майбутньому планується проводити дослідження, пов'язані із вирішенням задач, пов'язаних із недоліками сучасних мереж 3-го покоління та LTE в контексті забезпечення вимог, висунутих до мереж нового покоління 5G.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мобільний зв'язок в Україні* [електронний ресурс] — електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://uateka.com/uk/article/society/1227/>
2. *Єрохін В. Ф.* Аналіз і прогноз розвитку систем мобільного зв'язку загального користування / В. Ф. Єрохін, Б. А. Гиндич, О. В. Кувшинов. — Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ” № 1. — 2011. — С. 54–64.
3. *Бойко М. П.* Системи стільникового зв'язку : конспект лекцій / М. П. Бойко. — Одеса : ОНАЗ, 2004. — 76 с.
4. *Сети и Стандарты Мобильной Связи в Украине.* — [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://blog.jammer.su/2012/07/seti-standarty-mobilnoj-svjazi-ukraina/>
5. *Первую тестовую сеть LTE в Украине построит МТС.* — [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://podrobnosti.ua/667728-pervuju-testovuju-set-lte-v-ukraine-postroit-mts.html>
6. *Вишневский В. М.* Энциклопедия WiMAX: Путь к 4G / В. М. Вишневский, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. — М. : Техносфера, 2009. — 472 с.
7. *GSA Evolution to LTE report* [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: http://www.gsacom.com/downloads/pdf/GSA_Evolution_to_LTE_report_060514.php4
8. *Ericsson Mobility Report* [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://www.ericsson.com/mobility-report>
9. *Understanding 5G* [Електронний ресурс] — електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://www.arnitsu.com>
10. *Перспективи та рекомендації по впровадженню стільникового зв'язку 4-го покоління* / В. В. Ткаченко, Р. С. Одарченко, В. С. Повхліб, Т. Р. Андрійченко // Проблеми навігації та управління рухом : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів; м. Київ, 21–22 листопада 2011 р. : тези доповідей / редкол. : М. С. Кулик та ін. — К. : НАУ, 2011. — С. 122.
11. *Тихвинский В. О.* Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. — М. : Эко-Трендз, 2010. — 284 с.
12. *Ткаченко В. В.* Вітчизняні перспективи розвитку технології LTE / В. В. Ткаченко, І. О. Дударчук, К. В. Дружиніна // Проблеми навігації та управління рухом : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів; м. Київ, 23–24 листопада 2010 р. : тези доповідей / редкол. : М. С. Кулик та ін. — К. : НАУ, 2010. — С. 105.
13. *Ткаченко В. В.* Методи прогнозування попиту на послуги мереж LTE / В. В. Ткаченко, Р. С. Одарченко, Ю. О. Петрова // Політ-2011. Сучасні проблеми науки : міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, 7–9 квітня 2010 р. : тези доп. — К. : НАУ, 2011. — С. 30.
14. *Скрипкин В.* Глава НКРСИ: 4G в Украине появится не раньше 2016 года [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://itc.ua/news/glava-nkrsi-4g-v-ukraine-poyavitsya-ne-ranshe-2016-goda/>
15. *Київстар, МТС і Астеліт купили 3G-ліцензії на загальну суму 8,77 млрд грн.* — [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: http://www.business.ua/articles/media_view_ukr/Ki%D1%97vstar_MTS_%D1%96_Astel%D1%96t_kupili_Gl%D1%96cenz%D1%96%D1%97_na_zagalnu_sumu_mlrd_grn-89129/
16. *Кінець епохи неоліту. Як 3G-інтернет змінить якість життя в Україні.* — [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://news.finance.ua/ua/news/~/345778>
17. *Mashups: The new breed of Web app* [Електронний ресурс]. — Електронні текстові дані. — Режим доступу: <http://www.ibm.com/developerworks/xml/library/x-mashups/index.html>
18. *«Київстар» будує 3G-мережу з можливістю розгорнути на ній LTE.* — [Електронний ресурс] — електронні текстові дані. — Режим доступу: http://www.kyivstar.ua/mk/press_center_new/news/?id=50144

Стаття надійшла до редакції 15.05.2015