

УДК 621.394; 621.397

**Баховський П.Ф., к.т.н., Євсюк М.М.**

Луцький національний технічний університет

## ОКРЕМІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

*Викладено окремі аспекти розвитку систем мобільного зв'язку з урахуванням перспективних технологій і рекомендацій МСЕ. Розглянуто переваги і недоліки деяких сценаріїв реалізації концепції VTF. Наведені основоположні зауваження щодо технічних характеристик впроваджених проектів побудови мереж мобільних телекомунікацій, з урахуванням потенційних можливостей впровадження будь-якого сценарію реалізації віртуальних технічних функцій з заданою якістю в мережах проекту SAE/EPS. Виділено дві концепції надання додаткових послуг в мережах мобільних телекомунікацій: вузлів послуг (Service nodes); «класичної» інтелектуальної мережі зв'язку IN.*

**Ключові слова:** системи мобільного зв'язку, мережі мобільних телекомунікацій, проект SAE/EPS.

**Постановка проблеми.** В останні десятиліття велику поширеність у застосуванні отримали системи мобільних телекомунікацій. Зі зростанням платоспроможного попиту на послуги мереж мобільних телекомунікацій виникла необхідність розширення їх можливостей. Задовольнити цей попит стало можливим тільки за рахунок створення проекту мережі комутації, що складається з декількох вузлів, в межах якої будь-яка мобільна станція (MS) повинна мати доступ до послуг зв'язку, тобто MS повинна обслуговуватися будь-яким проектом мобільної мережі (MSC) в зоні обслуговування якого вона в даний момент часу знаходиться. Системний підхід означає, що рухома станція включається не в конкретний вузол комутації, а безпосередньо в систему мереж. Ця особливість значно ускладнює організацію абонентської бази даних, яка служить головною складовою в деяких сценаріях реалізації концепції VTF.

Складність проекту організації, моніторингу і управління абонентською базою даних пояснюється тим, що MS може вільно переміщатися, змінюючи зони обслуговування як базових станцій (BS), так і MSC.

Враховуючи це, при реалізації концепції VTF доцільним є організація централізованої абонентської бази даних для певної мережі, яка приймає участь в процесі надання відповідної віртуальної технічної функції. При цьому кожен вузол комутації рухомих станцій повинен мати абонентські дані тих MS, які в даний момент часу знаходяться в зоні його обслуговування. При переміщенні мобільної станції із зони обслуговування одного MSC в зону обслуговування іншого MSC, ці бази даних отримують необхідну інформацію з централізованої абонентської бази даних. Крім того, щоб уникнути несанкціонованого доступу абонентів до мережі і можливої крадіжки їх устаткування, необхідне забезпечення можливостей перевірки прав доступу до мережі (аутифікації) та ідентифікації устаткування. Збереження даних аутифікації та списку серійних номерів устаткування, також вимагає наявності єдиних для мережі баз даних, що зберігають відповідну інформацію.

**Аналіз останніх досліджень.** В мережах стандарту GSM та в його модифікаціях маршрутизація в режимі передачі даних здійснюється в режимі комутації каналів, що містить в собі певні недоліки. Річ у тому, що трафік Інтернет носить «пульсуючий» характер, оскільки дані передаються різкими сплесками, а не безперервним потоком. Такий тип трафіку передачі даних погано підходить для мереж з комутацією каналів, оскільки з'єднання існує навіть тоді, коли дані не передаються. До того ж це дуже дорого для кінцевого користувача, який оплачує час, а не обсяг переданих даних і робить неефективним використання можливостей радіоінтерфейсу оператора.

До незручностей також необхідно віднести тривалий час встановлення з'єднання (близько 20 с) і той факт, що з'єднання реалізуються в той час, коли якість передачі через радіоінтерфейс значна спадає. Через ці недоліки передача комутуваних пакетів по мережах мобільних телекомунікацій з комутацією каналів виявляється ненадійною і дорогою.

Вищезазначене в достатній мірі стримувало впровадження будь-якої концепції як VHS, так і VTF.

Враховуючи сказане, був розроблений новий стандарт, у якому усунути зазначені проблеми та впроваджене надання сервісів Інтернет у мережі мобільних телекомунікацій.

Одним з важливих кроків на шляху еволюції мереж *GSM*, стало впровадження технології пакетної передачі *GPRS (General Packet Radio Service)*.

В рамках вдосконаленого проекту *IMT-2000* були сформульовані нові вимоги до єдиної системи мобільних телекомунікацій.

В рамках *ETSI* було розглянуто п'ять базових концепцій проектів радіодоступу для систем мобільних телекомунікацій наступних поколінь. Дві технології з п'яти отримали найбільше визнання:

- 1) *WB-CDMA* – для парних частотних смуг;
- 2) *TD-CDMA* – для непарних смуг.

Європейська концепція проекту створення систем мобільних телекомунікацій третього покоління отримала назву *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)* [6, 7].

США, у свою чергу, представили чотири проекти, які звелися до таких варіантів:

- перший варіант заснований на подальшому вдосконаленні технології *TDMA/AMPS (DAMPS)*;

- другий варіант пропонує поступово нарощувати пропускну здатність системи *CDMA One*, переходячи від існуючої інфраструктури до технології *CDMA 2000*;

- третій варіант - дві пропозиції США, які практично повністю співпадають з пропозиціями від Європи (*UTRA*) і Японії (*WCDMA*) і в процесі подальшого розгляду злилися в єдиний проект.

На території Азіатсько-тихоокеанського регіону, віднесеного до району 3, розроблялися два різних проекти стандартів для *IMT-2000*: *CDMA I* та *CDMA II*, розроблені Асоціацією телекомунікаційних технологій Південної Кореї *TTA (Telecommunication Technology Association)*. У Китаї такий проект заснований на використанні комбінованого методу доступу і поєднанні технологій *TDMA* і *CDMA*.

В рамках проекту *IMT-2000* допустимі дві стратегії переходу від існуючих мереж мобільних телекомунікацій до мереж проекту *SAE/EPS*:

- 1) еволюційний;
- 2) революційний.

Переваги і недоліки цих двох стратегій детально розглянуті у ряді вітчизняних видань. При ухваленні світових стандартів для систем проекту *SAE/EPS* утворилися два табори, що оформилися у вигляді двох партнерських об'єднань:

- 1) *3GPP*;
- 2) *3GPP2*.

Ці партнерські об'єднання вперше дали опис задачі щодо впровадження концепцій надання віртуальних технічних функцій. Проте цей опис є загальним і не містить самого переліку функцій. На сьогоднішній день кожен з телекомунікаційних операторів складає термінологію, опису та реалізує проект самостійно.

Основний внесок партнерства *3GPP* в проект програми *IMT-2000* – гармонізація п'яти проектів:

- 1) *UTRA FDD*;
- 2) *WCDMA*;
- 3) *WCDMA MA*;
- 4) *WIMS*;
- 5) *CDMA II*.

Друге партнерське проектне об'єднання – *3GPP2* – є прихильником еволюційного розвитку двох напрямів в технологіях мобільних телекомунікацій 2G. Загальна картина гармонізації проектів стандартів систем мобільних телекомунікацій наступних поколінь показана на рис. 1.

**Мета роботи.** На думку багатьох експертів, впровадженню систем проекту *SAE/EPS* передуватиме дуже тривалий період їх сумісного існування з системами третього покоління. З урахуванням цього, для забезпечення глобального роумінгу, в якості протоколів для базових мереж в системах проекту *SAE/EPS* передбачається використовувати вдосконалені проекти протоколів мереж 2G та 3G (*GSM MAP* та *ANSI-41*), а в перспективі – протоколи, що базуються на *IP*-технологіях і технологіях інтелектуальних мереж *IN (Intelligent Network)* [5, 6]. Метою даної статті є аналітичне опрацювання впроваджених проектів побудови мереж мобільних телекомунікацій.

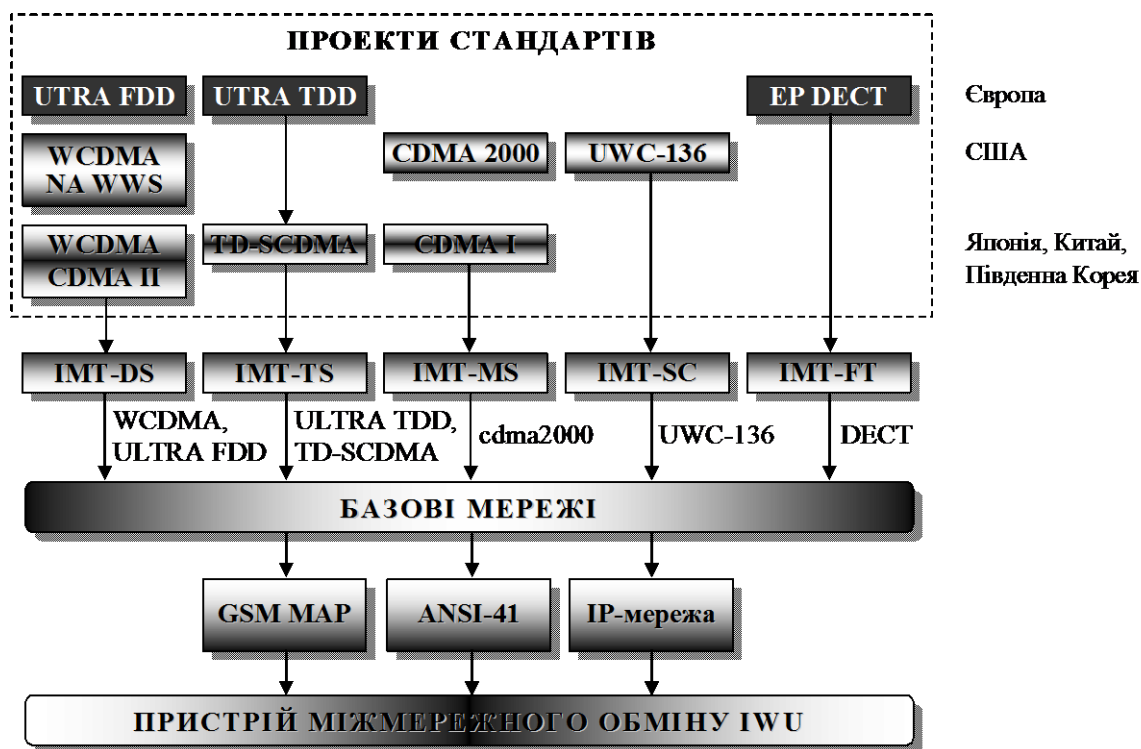


Рис. 1. Архітектура наземної мережі IMT-2000.

Вище наведені основоположні зауваження щодо технічних характеристик впроваджених проектів побудови мереж мобільних телекомунікацій свідчать про потенційну можливість впровадження будь-якого сценарію реалізації віртуальних технічних функцій з заданою якістю в мережах проекту *SAE/EP*S.

Проведемо аналіз технічних можливостей впровадження технологій *VTF* в мережах *SAE/EP*S.

Сервіси *SAE/EP*S дозволяють:

- проглядати вміст веб-ресурсів або відправляти електронні листи за допомогою телефонів і ноутбуків, що підтримують *HSPA*;
- використовувати *HSPA*-модеми замість *DSL*-модемів;
- пересилати відео та музику, використовуючи наявні *3G*-телефони.

Проект *SAE/EP*S повинен стати наступним кроком в розвитку систем мобільних телекомунікацій. Стандарти *GSM* і *WCDMA/HSPA* інтегруються в *SAE/EP*S за допомогою стандартизованих інтерфейсів, що сполучають вузол *SGSN* (обслуговуючий вузол підтримки *GPRS*) і вдосконалену опорну мережу.

Оскільки існуюча концепція *QoS* для систем *GSM* і *WCDMA* відзначається достатнім рівнем складності, в проекті *SAE/EP*S намічена тенденція реалізації концепцію *QoS*, яка б об'єднала в собі простоту та гнучкість доступу з підтримкою зворотної сумісності. У проекті *SAE/EP*S пропонується використання концепції якості обслуговування, заснованої на класах. Вона передбачає просте та ефективне рішення для диференціювання різних пакетних послуг. Як висновок, можемо констатувати, що якісні показники реалізації концепції *VTF*, будуть забезпечені реалізацією концепції якості обслуговування, заснованої на класах.

Згідно рекомендаціям *ITU-T*, які розроблені в рамках проекту *IMT-2000*, мережа мобільних телекомунікацій проекту *SAE/EP*S складається з наступних підсистем:

- підсистема *UIM (User Identity Module)*: забезпечує ідентифікацію користувача мережею, процедури безпечного доступу, як для абонента, так і для мережі, а також може виконувати різні функції при виконанні додаткових послуг. Функції *UIM* можуть розташовуватися на окремій від мобільного терміналу (*MT*) карті або можуть бути фізично інтегровані в *MT*;
- підсистема *MT (Mobile Terminal)*: забезпечує можливість взаємодії *UIM* і *RAN* – мережі радіодоступу. Як і *UIM*, вона може виконувати різні функції при виконанні додаткових послуг;
- підсистема *RAN (Radio Access Network)*: забезпечує можливість взаємодії *MT* і базової мережі (*CN*) через радіоділянку; може виконувати різні функції при виконанні додаткових

послуг;

– підсистема *CN (Core Network)*: забезпечує основні функції процесу обслуговування викликів і підтримки мобільності користувача; може виконувати різні функції при виконанні додаткових послуг.

В основі підходу до реалізації послуг в проекті *SAE/EPS*, згідно рекомендаціям *ITU-T*, може бути покладена концепція інтелектуальної мережі [1]. Основною вимогою до архітектури інтелектуальної мережі є відділення функцій надання послуг від функцій комутації.

Кожна компонента мережі *SAE/EPS* бере участь у реалізації певної сукупності функціональних задач і за необхідності взаємодіє з іншими функціональними одиницями своєї або інших мереж.

Кожну з функціональних задач можна представити у вигляді набору дрібніших функцій. Під функцією слід розуміти сукупність дій компоненти мережі мобільних телекомунікацій в процесі реалізації послуги при одноразовому зверненні до неї. При цьому різні функції можуть бути розташовані в однойменних компонентах. Отримані функції можуть бути розташовані в різних компонентах як домашньої (підтримуючої), так і візитної мережі. Таким чином, виникає безліч варіантів (сценаріїв) організації структур функціональної побудови концепції *VTF*.

У функціональному відношенні ядро мережі *SAE* включає чотири ключові компоненти. Модуль управління мобільністю *MME (Mobility Management Entity)* забезпечує зберігання службової інформації про абонента і управління нею, генерацію часових ідентифікаційних даних, авторизацію термінальних пристроїв в наземних мережах мобільного зв'язку і загальне управління мобільністю. Модуль управління абонентом *UPE (User Plane Entity)* відповідає за термінацію низхідного з'єднання, шифрування даних, маршрутизацію і пересилку пакетів. «Якір» *3GPP* відіграє роль своєрідного шлюзу між мережами *2G/3G* і *LTE*. Нарешті, функції «якоря» *SAE* аналогічні функціям попереднього компоненту, але служать для підтримки безперервності сервісу при переміщенні абонента між мережами, відповідними і не відповідними специфікаціям *3GPP*. Як наслідок, це свідчить про потенційну можливість реалізації пропонованої концепції *VTF*. Узагальнена схема архітектури *SAE/EPS* показана на рис. 2.

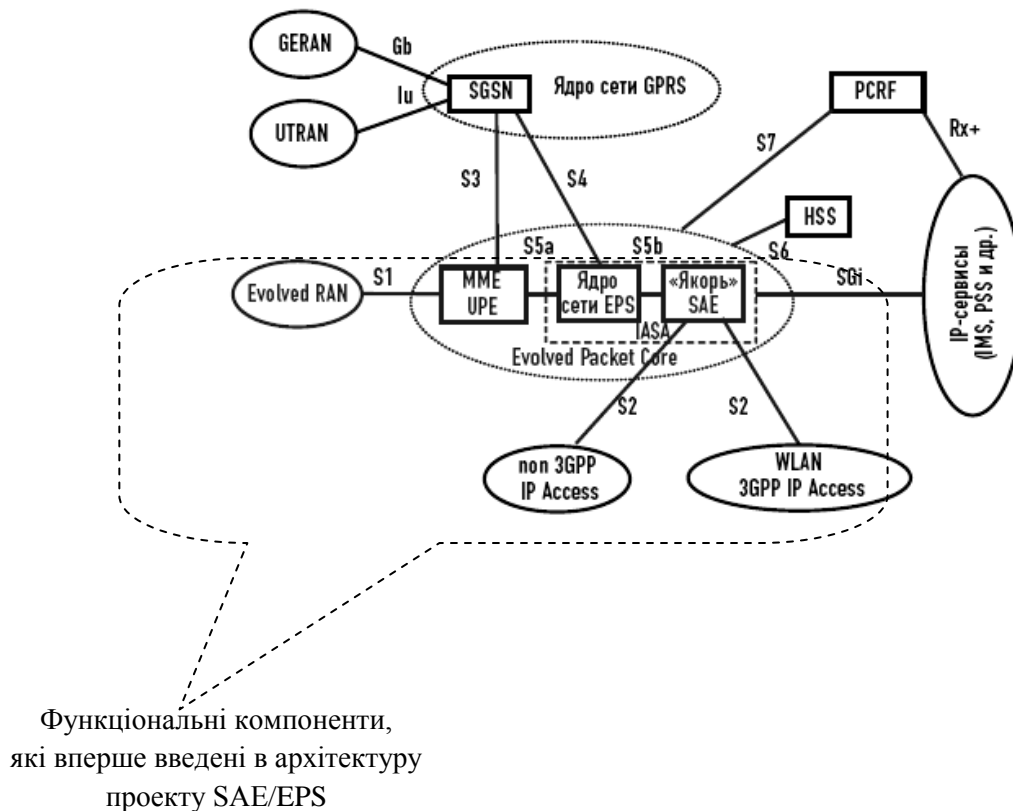


Рис. 2. Основні компоненти архітектури проекту *SAE/EPS*.

На рис.2 прийняті такі позначення: Gb, lu, SGI, Rx+, S1...S7 – інтерфейси; HSS – Home Subscribe Server; SGSN – Serving GPRS Support Node; PCRF – Policy and Charging Rules Function. 1 – *MME UPE*; 2 – Ядро мережі *EPS*; 3 – «Якір» *SAE*.

Як видно з рисунку, функціональні елементи можна фізично суміщати або розподіляти по мережі – все залежить від особливостей вживаних продуктів і самої мережі. Наприклад, «якір» *3GPP* допустимо розташовувати разом з модулем управління абонентом, хоча це не є обов'язковою вимогою. Так само модулі *MME* і *UPE* можуть бути суміщені або знаходитися в різних вузлах мережі.

Принципова відмінність мереж мобільних телекомунікацій четвертого покоління від мереж мобільного зв'язку попередніх поколінь – можливість забезпечити велику швидкість передачі інформації на наступних радіоділянках:

- 2048 кБіт/с – для роботи в офісі;
- 384 кБіт/с – для пішоходів;
- 144 кБіт/с – для рухомих абонентів.

Вищі швидкості передачі забезпечують користувачам цих мереж більший об'єм послуг. Перш за все це стосується мобільного доступу до ресурсів мережі Інтернет із задовольняючою споживача швидкістю. Мережі мобільних телекомунікацій проекту *SAE/EPS* дозволяють передавати і отримувати великі обсяги даних, відеозображення, музичні файли та іншу мультимедійну інформацію в режимі реального часу. При цьому послуги мереж попередніх поколінь, що вже зарекомендували себе, повинні активно застосовуватися і в мережах проекту *SAE/EPS*, тим самим підтверджуючи принципову необхідність впровадження та розширення концепції *VTF*. До цих послуг, в рамках концепції *VTF*, в першу чергу, потрібно віднести послугу обміну короткими повідомленнями *SMS (Short Message Service)*.

Як альтернатива послугам *SMS* та *EMS (Enhanced Message Service)*, що вже зарекомендували себе, прийшла послуга мультимедійних повідомлень *MMS (Multimedia Message Service)*.

Велику популярність в мобільних телекомунікаціях отримали послуги, що надаються сучасними центрами контакту. Впровадження центрів контакту – це один з численних способів ефективно організувати взаємодію зі своїми клієнтами, коли в останніх виникають які-небудь питання або проблеми: це їх головна функція при реалізації концепції *VTF*.

Основною задачею кожного оператора мереж *SAE/EPS* є надання будь-якому абоненту вище описаного звичного набору послуг при знаходженні його в роумінгу, тобто забезпечити 100% підтримку звичних функцій не дивлячись на той факт, що такі функції будуть «віртуальними», тобто – невластивими для візитної мережі.

Кількість і різноманітність послуг, які потенційно можуть бути реалізовані з використанням подібних систем, дуже велика, що представляється дуже привабливим як для абонентів мобільних телекомунікацій, так і для мобільних операторів.

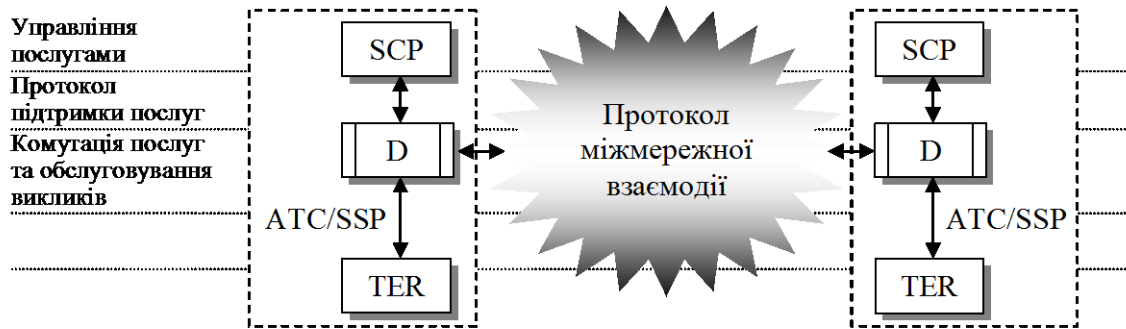
**Матеріали досліджень.** В даний час можна виділити дві концепції надання додаткових послуг в мережах мобільних телекомунікацій:

- 1) вузлів послуг (*Service nodes*);
- 2) «класичної» інтелектуальної мережі зв'язку *IN*.

Перша застосовується для організації вище перелічених послуг: *SMS, EMS, MMS*, послуг центрів контакту і т.д. Головне ж значення другої концепції для мереж мобільних телекомунікацій не в списках послуг *CS (Capability set)*, а в основній ідеї, що полягає в тому, щоб відокремити процеси традиційної комутації від процедур надання нових послуг. Актуальність цієї ідеї робить її привабливою для мереж мобільних телекомунікацій проекту *SAE/EPS*, орієнтованих на надання абоненту додаткових сервісів.

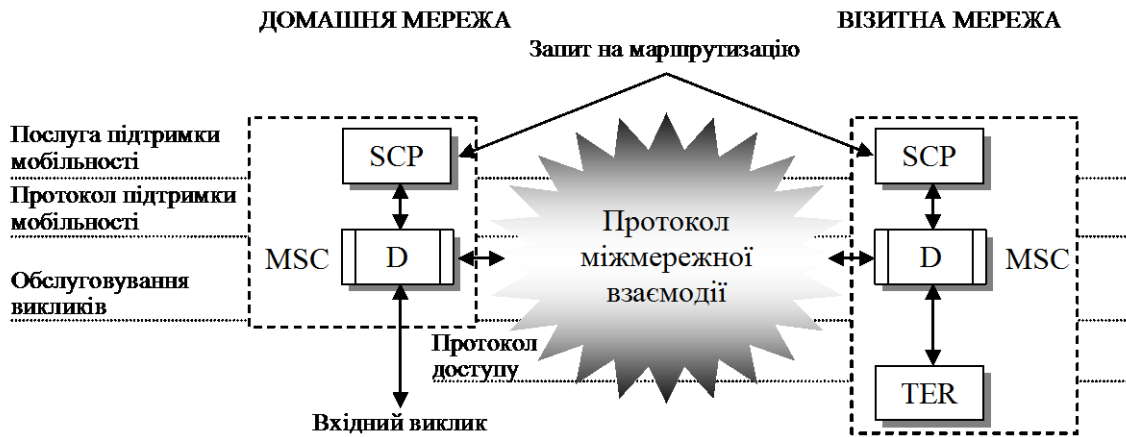
Архітектура *IN* і архітектура мереж мобільних телекомунікацій дуже схожі (рис. 3). Проте мережі мобільних телекомунікацій не здатні адекватно забезпечувати принцип незалежності від послуг, властивий концепції *IN* [5,6]. Враховуючи вищесказане, оператори мобільних телекомунікацій прагнуть оволодіти перевагами, пропонованими концепцією *IN*. Реалізація ж самої послуги в *IN* відбувається за допомогою виконання певної послідовності функцій. Під функцією слід розуміти сукупність дій компоненти мережі мобільних телекомунікацій в процесі реалізації послуги при одноразовому зверненні до неї (надходженні заявки). При цьому в процесі реалізації послуги, кожна компонента може виконувати одну або більше функцій. Однією з головних переваг, пропонованих мережами мобільних

телекомунікацій, є можливість вільного переміщення абонента зі своєї зони в ту або іншу із зон, що обслуговуються мережами мобільних телекомунікацій інших операторів. При цьому абонент хотів би зберегти свій персональний набір (профіль) послуг і в інших мережах (мати можливість роумінгу послуг). Але на відміну від дротяних мереж, в комутаторах мобільних телекомунікацій тригерні точки і профіль послуг не представляються у вигляді статичних даних, а визначаються при реєстрації. Можливості домашньої і візитної мереж можуть виявитися різними, що позначиться на переліку і на характеристиках послуг, які зможуть бути запропоновані користувачу, що перемістився в візитну мережу.



TER – Абонентський термінал

а)



TER – Абонентський термінал

б)

Рис. 3. Архітектура IN (а) та мережах мобільних телекомунікацій (б)

На рис. 4 показана абстрактна модель з трьома системами мобільних телекомунікацій четвертого покоління, що належать різним операторам.

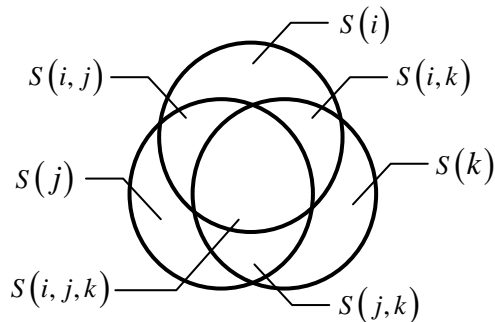


Рис. 4. Модель покриття послугами в мережах проекту SAE/EPS

Кожна з трьох систем проекту *SAE/EPS*, показаних на рис. 4, має свій власний набір послуг:  $S(i)$ ,  $S(j)$ ,  $S(k)$ , які показані кругами. Перетини цих кругів – це послуги, що є однаковими для цих мереж. Зі збільшенням числа систем проекту *SAE/EPS* зменшується загальна платформа послуг  $S(i, j, k)$ . Відповідно до нормативів *ITU-T ETS1*, *3GPP* в мережах мобільних телекомунікацій проекту *SAE/EPS* для забезпечення можливості своїм абонентам користуватися функціями домашньої мережі, знаходячись за її межами, тобто в візитній мережі, була введена вже раніше зазначена концепція *VHS*, перелік функцій якої був достатньо обмеженим та носив декларативний характер. Ступінь, з якою пропонується концепція *VTF* може відповідати фактичним потребам абонентів, буде надзвичайно великою і буде залежати лише від ступеня співпраці між операторами, від їх технічних можливостей, сумісності устаткування користувачів і т. д. Крім того, системи проекту *SAE/EPS*, які будуть пропонувати своїм абонентам послугу глобального роумінгу, повинні підтримувати *VTF*, якщо в цих системах з самого початку закладені можливості абонентського сервісу аналогічного сервісу *VHS*.

В процесі реалізації концепції *VTF* за допомогою апаратних і програмних засобів виконується певна множина послуг. Як вже було відмічено раніше, в процесі реалізації послуги, кожна компонента може виконувати одну або більше функцій. Склад функцій залежить від множини чинників, наприклад, від самої послуги, дій абонентів і т. д. Отримані функції можуть бути розташовані в різних компонентах як домашньої (підтримуючої), так і візитної мережі. При цьому різні функції можуть бути розташовані в однойменних компонентах. Таким чином, виникає множина варіантів (сценаріїв) організації структурно-функціональної побудови концепції *VTF*. Оскільки існують різні варіанти структурно-функціональної побудови концепції *VTF*, то на етапі її проектування виникає задача вибору того або іншого варіанту – сценарію реалізації концепції.

Для вирішення поставленої задачі необхідно володіти інструментом, що дозволяє оцінювати варіанти побудови концепції *VTF*. Але, як відмічено в наукових публікаціях, присвячених даній тематиці, частіше приводяться тільки самі сценарії реалізації подібних концепцій і не робиться їх аналіз. У деяких інших роботах у якості критерію оцінки варіантів побудови виступає обсяг сигнальної інформації, що циркулює між компонентами мереж мобільних телекомунікацій. При цьому у меншій мірі приділяється увага оцінці впливу вибору того або іншого сценарію на якість реалізації послуг, а значить, і на ступінь задоволення цими послугами кінцевого користувача.

**Висновки.** Розглянуто стан та перспективи розвитку систем мобільного зв'язку. Наведено визначення концепцій, окремих сценаріїв їх реалізації. Показано абстрактну модель з трьома системами мобільного зв'язку четвертого покоління, що належать різним операторам. З урахуванням результатів попередніх досліджень зроблено висновок, що при реалізації концепцій доцільним є організація централізованої абонентської бази даних для певної мережі, яка приймає участь в процесі надання віртуальної технічної функції.

Сформована загальна картина гармонізації стандартів мобільного зв'язку наступних поколінь. Поставлено загальну мету дослідження та часткові задачі, які необхідно вирішувати для подальшого опрацювання концепції розвитку телекомунікаційних мереж мобільного зв'язку.

#### Інформаційні джерела:

1. Andrade R., Logrippo L. MoRaR: A Pattern Language for Mobility and Radio Resource Management // [Електронний ресурс]: [http://www.site.uottawa.ca/~luigi/papers/06\\_andrade\\_logrippo.pdf](http://www.site.uottawa.ca/~luigi/papers/06_andrade_logrippo.pdf).
2. FY 1998 National Communications System // [Електронний ресурс]: [http://www.ncs.gov/library/reports/ncs\\_fy1998.pdf](http://www.ncs.gov/library/reports/ncs_fy1998.pdf).
3. IMT-2000 references to release 1999 of GSM evolved UMTS core network with UTRAN access network // ITU-T Recommendation Q.I741.1, 2002.
4. IMT-2000 references to release 4 of GSM evolved UMTS core network with UTRAN access network // ITU-T Recommendation Q.I741.2, 2002.
5. Internetwork signalling requirements for IMT-2000 capability set 1 // ITU-T Recommendation Q.I751, 2000.
6. ITU-T recommendation F.115 [1995], Service objectives and princi.
7. ITU-T recommendation M.816-1 (1997), Framework for services supported on International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000).

**П.Ф. Баховский, Н.Н. Евсюк**

Луцкий национальный технический университет

### ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

*Изложены отдельные аспекты развития систем мобильной связи с учетом перспективных технологий и рекомендаций МСЭ. Рассмотрены преимущества и недостатки некоторых сценариев реализации концепции VTF. Приведены основополагающие замечания относительно технических характеристик внедренных проектов построения сетей мобильных телекоммуникаций, с учетом потенциальных возможностей внедрения любого сценария реализации виртуальных технических функций по заданным качеством в сетях проекта SAE / EPS. Выделены две концепции предоставления дополнительных услуг в сетях мобильных телекоммуникаций: узел услуг (Service nodes); «классической» интеллектуальной сети связи IN.*

**Ключевые слова:** системы мобильной связи, сети мобильных телекоммуникаций, проект SAE / EPS.

**P. Bakhovskiy, M. Yevsiuk**

Lutsk National Technical University

### SPECIFIC ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF MOBILE TELECOMMUNICATIONS NETWORK

*Some aspects of the development of mobile communication systems are considered in the light of advanced technologies and recommendations of ITU. The advantages and disadvantages of some scenarios for implementing the concept of VTF are considered. The basic comments on the technical characteristics of the implemented projects for the construction of networks of mobile telecommunications are given, taking into account the potential possibilities of implementing any scenario for the implementation of virtual technical functions with the given quality in the networks of the SAE / EPS project. Two concepts of provision of additional services in the networks of mobile telecommunications are highlighted: service nodes (Service nodes); "Classical" intelligent communication network IN.*

**Keywords:** mobile communication systems, mobile telecommunication networks, SAE / EPS project.

Стаття надійшла до редакції 14.11.2018