

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ VTF В МЕРЕЖАХ SAE/EPS

Bakhovskyy P.F., Amirkhanov E.D., Toroshanko Ya.I., Khmara K.V. Analysis of the economic feasibilities of introduction of technologies of VTF in the networks of SAE/EPS. The questions of construction and development of the systems of fourth-generation LTE-SAE (Long Term Evolution – System Architecture Evolution) are analysed. There are described basic subsystems of network of mobile telecommunications of SAE/EPS, which are developed within the framework of project of IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – 2000). It is rotined that presently it is possible to select two conceptions of additional services in the mobile telecommunications networks: knots of services and classic intellectual communication network. Conception of introduction of technology of VTF (Virtual Technical Functions), which gives possibilities mobile subscribers to use services of the home network, is considered. The basic tasks of introduction of technologies of VTF are described: carried out them analytical description, the methods of calculation of descriptions and formalization of the proper calculable procedures are developed.

Keywords: telecommunications, fourth-generation system, intellectual network, long-term evolution, system architecture evolution, LTE-SAE, virtual technical function, VTF, home network

Баховський П.Ф., Амірханов Е.Д., Торошанко Я.І., Хмара К.В. Аналіз технічних можливостей впровадження технологій VTF в мережах SAE/EPS. Проаналізовані питання побудови і розвитку систем четвертого покоління LTE-SAE (Long Term Evolution – System Architecture Evolution; довготермінова еволюція – еволюція системної архітектури). Описані основні підсистеми мережі мобільних телекомунікацій SAE/EPS, які розроблені в рамках проекту IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – 2000). Розглянута концепція впровадження технології VTF (Virtual Technical Functions – віртуальна технічна функція), яка надає можливості мобільним абонентам користуватися послугами своєї домашньої мережі.

Ключові слова: телекомунікації, система четвертого покоління, інтелектуальна мережа, довготермінова еволюція, еволюція системної архітектури, LTE-SAE, віртуальна технічна функція, VTF, домашня мережа

Баховский П.Ф., Амирханов Э.Д., Торошанко Я.И., Хмара К.В. Анализ технических возможностей внедрения технологий VTF в сетях SAE/EPS. Проанализированы вопросы построения и развития систем четвертого поколения LTE-SAE (Long Term Evolution – System Architecture Evolution; долгосрочная эволюция – эволюция системной архитектуры). Описаны основные подсистемы сети мобильных телекоммуникаций SAE/EPS, которые разработаны в рамках проекта IMT-2000 (International Mobile Telecommunications – 2000). Рассмотрена концепция внедрения технологии VTF (Virtual Technical Functions – виртуальная техническая функция), которая предоставляет возможности мобильным абонентам пользоваться услугами своей домашней сети.

Ключевые слова: телекоммуникации, система четвертого поколения, интеллектуальная сеть, долгосрочная эволюция, эволюция системной архитектуры, LTE-SAE, виртуальная техническая функция, VTF, домашняя сеть

Вступ. Постановка задачі

Впровадження нових технологій та стандартів в мобільних телекомунікаціях дозволяє забезпечити користувачів більш широким спектром додаткових послуг в порівнянні з мережами попередніх поколінь. Сучасний розвиток систем та мереж мобільних телекомунікацій відзначається інтенсивною розробкою та впровадженням в експлуатацію систем четвертого покоління – LTE-SAE (Long Term Evolution – System Architecture Evolution; довготермінова еволюція – еволюція системної архітектури) [1, 2]. Значна кількість найбільш поширених серед абонентів сервісів потребує їх збереження та імплантації при впровадженні нових мережних технологій, а все зростаюча міграція користувачів між мережами різних операторів зв'язку також потребує підтримки тих функцій у своїх візитних (домашніх) мережах [3]. Вказана задача вирішувалась у мережах покоління 3G в рамках концепції віртуального домашнього оточення – VNE (Virtual Home

Environment) [4, 5, 6, 7], на основі якої в свою чергу побудована концепція віртуальних технічних функцій – VTF (Virtual Technical Functions) [8].

Координацією досліджень і розвитком технології LTE займається міжнародна організація 3GPP (Third Generation Partnership Project), яка на перших порах розробляла вдосконалені версії CDMA и UMTS. Поява LTE була викликана значним зростанням трафіку мобільних пристроїв необхідністю збільшення швидкостей передачі даних в мобільних мережах.

Специфікаціями 3GPP були визначені шляхи оптимізації взаємодії між такими мережами, як 3G, SAE/EPS (EPS – Evolved Packet System), GSM та CDMA, що надає можливості операторам мобільного зв'язку переводити свої мережі на нові технології [7].

Початок робіт щодо створення специфікацій архітектури SAE/EPS був обумовлений процесами перетворення інфраструктури мереж мобільних телекомунікацій в неієрархічні мережі комутації пакетів, цілком засновані на протоколі IP. Вказані роботи виконуються робочою групою по системній архітектурі, що входить до складу консорціуму 3GPP.

Також стало зрозуміло, що у міру розвитку ринку комунікаційних послуг виявиться широко затребуваним доступ до нових систем не тільки з мереж, побудованих відповідно до специфікацій UTRAN і GERAN, але й з мереж Wi-Fi, WiMAX і навіть з проводових мереж зв'язку зі збереженням всіх послуг та сервісів.

Концептуальні питання побудови систем SAE/EP

Основоположним принципами концепції для SAE/EPS, можна визначити наступні:

- покращення базових показників продуктивності (часу встановлення з'єднання, якості передачі голосу та ін.), забезпечення допустимих значень сумарної затримки передачі даних по мережі;
- підтримка основних базових сервісів пакетної передачі, включаючи VoIP і послугу визначення присутності;
- підтримка діючих і перспективних систем доступу з урахуванням потреб користувача і технічної політики оператора, забезпечення коректної тарифікації при зміні абонентом технології доступу;
- підтримка функцій контролю доступу до інформаційних ресурсів (ідентифікації і авторизації),
- підтримка узгоджених параметрів QoS у всій мережі, особливо при передачі трафіку між різними доменами і мережами;
- забезпечення безперервності сервісу для мобільних абонентів;
- забезпечення конфіденційності і захисту інформації під час її передачі в мережі.

Згідно рекомендаціям ІТУ-Т, які розроблені в рамках проекту ІМТ-2000 (International Mobile Telecommunications – 2000), мережа мобільних телекомунікацій проекту SAE/EPS складається з наступних підсистем [9, 10, 11]:

- 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 проєкті SAE/EPS, згідно рекомендаціям ITU-T, може бути покладена концепція інтелектуальної мережі [12, 13, 14]. Основоволожною вимогою до архітектури інтелектуальної мережі є відділення функцій надання послуг від функцій комутації.

Кожна компонента мережі SAE/EPS бере участь в реалізації певної сукупності функціональних задач і при 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 грає роль своєрідного шлюзу між мережами 2G/3G і LTE. 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. 1.

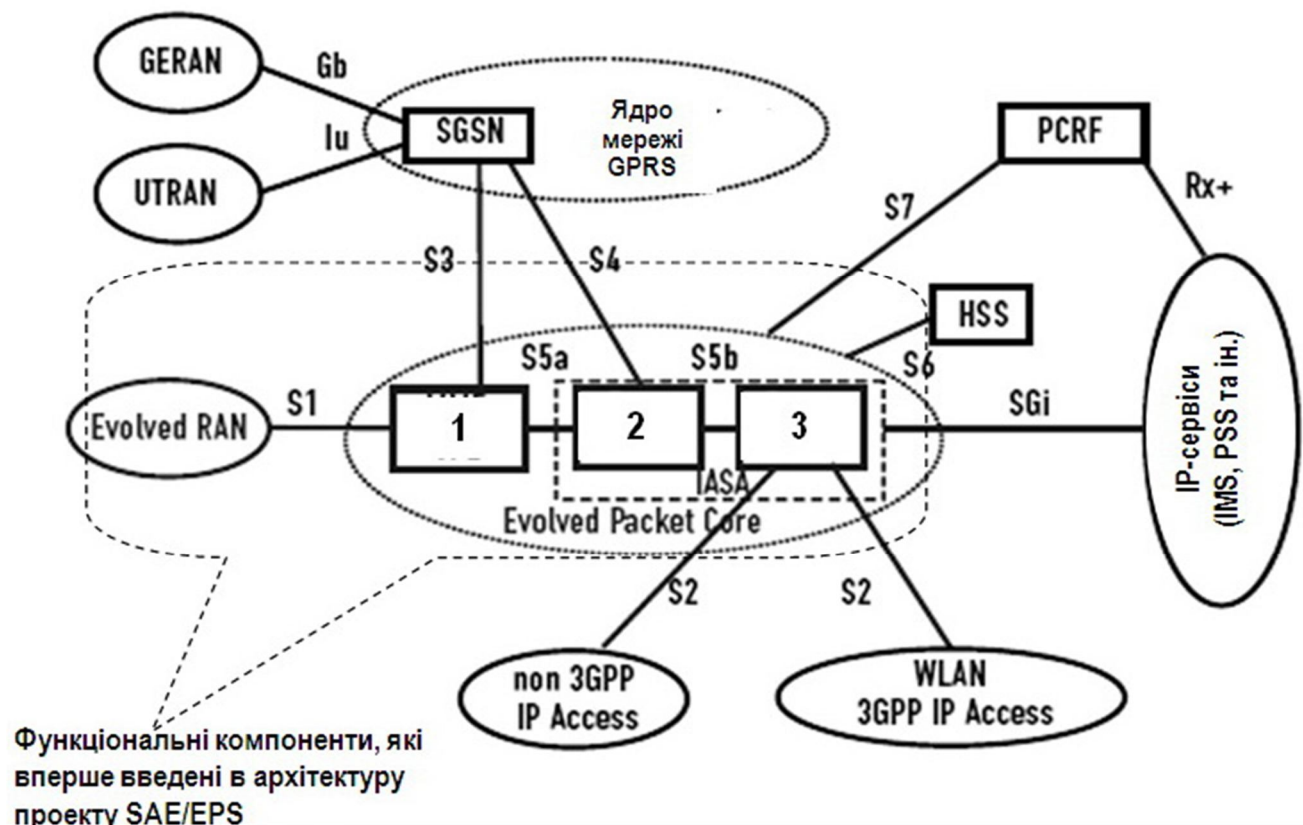


Рис. 1. Основні компоненти архітектури проєкту SAE/EPS

На рисунку прийняті такі позначення:

Gb, lu, SGI, Rx+, S1...S7 – інтерфейси; HSS – Home SuBScribe Server;
SGSN – Serving GPRS Support Node; PCRF – Pollicy and Changing Rules Function;
1 – MME UPE; 2 – Ядро мережі EPS; 3 – «Якір» SAE.

Як видно з рис. 1, 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 покоління 4G від мереж мобільного зв'язку попередніх поколінь – можливість забезпечити велику швидкість передачі інформації на наступних радіоділянках [15]: 2,048 Мбіт/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 торкається 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 [16]. 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).

Впровадження технологій VTF в мережах SAE/EPS

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 у останніх виникають які-небудь питання або проблеми: це їх головна функція при реалізації концепції VTF.

Основною задачею кожного оператора мереж SAE/EPS повинна залишатися задача 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 привабливим як для абонентів, так і для мобільних операторів.

В даний час можна виділити дві концепції надання додаткових послуг в мережах мобільних телекомунікацій [17, 18]:

- 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.

На рис. 2 показана абстрактна модель з трьома системами мобільних телекомунікацій четвертого покоління, що належать різним операторам.

Кожна з трьох систем проекту SAE/EPS, показаних на рис. 2, 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/EPG зменшується загальна платформа послуг $S(i, j, k)$.

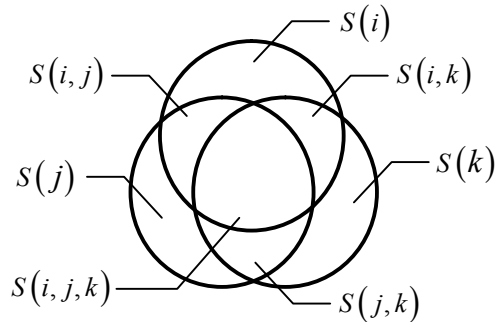


Рис. 2. Модель покриття послугами в мережах проекту SAE/EPG

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 побудови VTF. Оскільки існують різні варіанти концепції VTF, то на етапі її проектування виникає задача вибору того або іншого варіанту – сценарію реалізації концепції.

Висновки

В даний час можна виділити дві концепції надання додаткових послуг в мережах мобільних телекомунікацій: вузлів послуг і класичної інтелектуальної мережі зв'язку IN.

Відповідно до нормативів ITU-T, ETSI і 3GPP в мережах мобільних телекомунікацій проекту SAE/EPG для забезпечення можливості своїм абонентам користуватися послугами домашньої мережі знаходячись за її межами – в візитній мережі – вводиться концепція VTF.

Існує велике число можливих сценаріїв реалізації концепції VTF. Для вирішення задач впровадження технологій VTF здійснюється їх аналітичний опис, розробляються методи розрахунку характеристик та формалізації відповідних обчислювальних процедур. Очевидно, потрібні розробки як детерміністських, так і статистичних методів оцінки варіантів концепції VTF.

Література

1. Virtual Home Environment [Електронний ресурс] // – Режим доступу : \www/ URL : <http://umtsworld.com/technology/vhe.htm>.
2. Баховський П.Ф. Тенденції розвитку ринку телекомунікацій України та пропозиції щодо його вдосконалення / П.Ф. Баховський, В.О. Гребенніков // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2008. – №3(5). – С. 3-13.
3. Віноградов М.А. Дослідження нестационарної мережі випадкового доступу з динамічним протоколом в умовах великого завантаження в рамках реалізації концепції VTF / М.А. Віноградов, П.Ф. Баховський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2009. – №4(12). – С. 5-16.
4. Горизонты эволюции 3G: архитектурные аспекты [Електронний ресурс] // – Режим доступу : \www/ URL: <http://osp.ru/nets/2007/16/4626460/>.
5. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Service aspects; Virtual Home Environment analys IS // ETSI TR 122970, 2000.
6. Витченко А.А. Методы оценки структурно-функционального построения концепции виртуального домашнего окружения в сетях подвижной связи 3G [Електронний ресурс]: Дис.

- ... канд. техн. наук: 05.12.13 / А.А. Витченко. – Москва : РГБ, 2003 // – Режим доступу : \www/ URL: <http://dISs.rsl.ru>.
7. Torabi M. Third-Generation mobile telecommunications and virtual home environment: A prioritization analysis / M. Torabi, R. Buhrke // Bell Labs. – 1998. – Vol.3. – Number 3.
8. Матеріали серверу «Mobile VTF» [Електронний ресурс] // – Режим доступу : \www/ URL: <http://3Gnews.ru>.
9. Framework for IMT-2000 networks // ITU-T Recommendation Q.1701, 1999.
10. Framework for services supported on International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) // ITU-T Recommendation M.816-1, 1997.
11. Framework for IMT-2000 networks // ITU-T Recommendation Q.1701, 1999.
12. Andrade R. Morar: A Pattern Language for Mobility and Radio Resource Management [Електронний ресурс] / R. Andrade, L. Logrippo // – Режим доступу : \www/ URL : http://www.site.uottawa.ca/papers/06_andrade_logrippo.pdf.
13. Network functional model for IMT-2000 // ITU-T Recommendation Q.1711, 1999.
14. Long-term vision of network aspects for systems beyond IMT-2000 [Текст] // ITU-T Recommendation Q.1702, 2002.
15. Yew A. Quality of Service Management for the Virtual Home Environment analysis / A. Yew, C. Bohor, A. Liotta, G. Pavlou // Centre for Communication Systems Research, School of Electronics, Computing & Mathematics University of Surrey, UK, 2001.
16. Гольдштейн Б.С. Перспективные услуги сотовых сетей поколений 2,5 и 3G / Б.С. Гольдштейн, В.А. Фрейнкман, А.А. Витченко // Мобильные системы. – 2002. – №5. – С. 8-12.
17. Гольдштейн Б.С. Интеллектуальные сети [Текст] / Б.С. Гольдштейн, И.М. Ихриель, Р.Д. Рерле. – Москва : Радио и связь, 2000.
18. Конвергенция интеллектуальных и мобильных сетей [Електронний ресурс]. – Режим доступу : \www/ URL: http://skri.sut.ru/files/d04_bubau.pdf.

Автори статті

Баховський Петро Федорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики і електротехніки, Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна. Тел. +380 99 518 79 04. E-mail: p_bakhovskyy@ukr.net

Амірханов Ельдар Дамірович – кандидат технічних наук, доцент кафедри радіотехнологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна. Тел. +380 63 460 60 67. E-mail: Ed88.84@mail.ru

Торошанко Ярослав Іванович, кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерних систем та мереж, Державний університет телекомунікацій, м. Київ, Україна. Тел.: +380 (50) 555 51 14. E-mail: toroshanko@ukr.net.

Хмара Костянтин Валерійович, аспірант кафедри комп'ютерних систем та мереж, Державний університет телекомунікацій, м. Київ, Україна. Тел.: +380 (63) 651 29 03. E-mail: koctyakhmara@gmail.com.

Authors of the article

Bakhovskyy Petro Fedorovich – candidate of science (technic), associate professor of department of physics and electrical engineering, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine. Tel.: +380 99 518 79 04. E-mail: p_bakhovskyy@ukr.net

Amirkhanov Eldar Damirovych – candidate of science (technic), associate professor of department of radio technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. Tel.: +380 63 460 60 67. E-mail: Ed88.84@mail.ru

Toroshanko Yaroslav Ivanovych. – candidate of science (technic), candidate of science (technic), associate professor of department of computer systems and networks, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. Tel. +380 (50) 555 51 14. E-mail: toroshanko@ukr.net.

Khmara Kostyantyn Valeriyovych – post graduate student of department of computer systems and networks, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine. Tel. +380 (63) 651 29 03. E-mail: koctyakhmara@gmail.com.

Дата надходження в редакцію: 22.12.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. М.А. Віноградов