**Конвергенція інтелектуальних і мобільних мереж**

Однією з областей, до яких останнім часом помітно зріс інтерес операторів мереж, є конвергенція інтелектуальних мереж (IN), створюваних на базі стаціонарних мереж зв'язку, і безпроводових мереж рухомого зв'язку. Архітектура IN і мереж рухомого зв’язку є дуже подібною (рис. 1). При визначенні місця розташування мобільного абонента між елементами мереж рухомого зв'язку використовується сигналізація, заснована на принципах транзакцій. Центр комутації мережі рухомого зв'язку (Mobile switching center, MSC), до якого потрапляє виклик, спрямований до абонента, якого обслуговує цей MSC, передає в регістр місця розташування «своїх» абонентів (Home location register, HLR) запит про те, де перебуває в цей момент абонент. HLR постійно оновлює інформацію про місце розташування абонента на основі даних, які він отримує з останньої «чужої» мережі, у якій знаходиться цей абонент, і за запитом MSC передає йому інформацію, необхідну для маршрутизації.

Однак ні стаціонарні IN, ні мережі рухомого зв'язку не мають тих можливостей, які могла б мати мережа, що поєднує в собі властивості й тих, й інших. Стаціонарні IN-мережі не мають механізмів підтримки мобільності, а мережі рухомого зв'язку не здатні адекватно забезпечувати принцип незалежності від послуг, властивий концепції IN.

Незалежно від того, який буде використано підхід до формування безпроводової IN, у ньому необхідно врахувати такі особливості, властиві мережі рухомого зв’язку:

1. Контроль пересування мобільного абонента.

У мережах рухомого зв'язку, на відміну від стаціонарних мереж, місце розташування абонента заздалегідь не відоме та динамічно визначається за допомогою спеціальних процедур сигналізації. Події, пов'язані з контролем пересування мобільного абонента (наприклад, реєстрація термінала в «чужій» мережі), можуть являти інтерес як точки виявлення DP. Це передбачає розробку відповідних моделей з метою розв’язання проблеми формального подання зв'язків між процесом обслуговування виклику, контролем пересування та логікою послуг. Задача створення моделей для станів процесу контролю пересування мобільного термінала, не пов'язуючи цей прцес із процесом обслуговування виклику, не має аналога в стаціонарних IN-мережах (крім здійснюваної з ініціативи абонента реєстрації його як користувача послугою, наприклад, у випадку послуги UPT).

1. Специфіка радіодоступу.

У деяких випадках запит послуги необхідно пов'язати з подіями, що відбуваються при виконанні таких специфічних для радіодоступу процедур, як аутентифікація, постійний контроль якості каналу зв'язку та естафетна передача управління, які також не мають аналогів у стаціонарних мережах зв'язку.

1. Роумінг послуг.

Однією з головних переваг, що пропонуються мережами стільникового рухомого зв'язку, є можливість вільного переміщення абонента зі своєї зони в іншу, що обслуговують мережі рухомого зв’язку інших операторів. При цьому абонент хотів би зберегти свій персональний набір (профіль) послуг і в інших мережах, іншими словами, мати можливість роумінгу послуг. При застосуванні концепції IN до мереж рухомого зв'язку забезпечення збереження профілю послуг пов’язане з рядом труднощів. По-перше, на відміну від проводових мереж, у комутаторах рухомого зв'язку тригерні точки та профіль послуг, як правило, не подаються у вигляді статичних даних, а визначаються під час реєстрації. Можливості «своєї» та «чужої» мереж можуть виявитися різними, що, швидше за все, позначиться на переліку та на характеристиках послуг, що пропонуються користувачу, який перемістився в «чужу» мережу. По-друге, в процесі обслуговування одного виклику може брати участь більше одного SSР.



Рисунок 1 – Архітектура IN (а) і мережі рухомого зв'язку (б)

Можливі два основних підходи до конвергенції інтелектуальних і мобільних мереж:

1. Сформувати або «накласти» концепцію IN на архітектуру існуючих мереж рухомого зв'язку.
2. Доповнити властивостями підтримки мобільності концепцію IN, орієнтовану переважно на стаціонарні мережі.

Другий підхід, який використовує ITU-T, передбачає, що реалізувати повну підтримку мобільності в IN можна буде не раніше реалізації набору CS-4, після завершення робіт зі специфікації систем зв'язку третього покоління. Перший підхід більш прагматичний і може бути реалізований досить простими засобами в найближчому майбутньому. Однак його прихильники теж розділилися на дві групи.

Перша група дотримується думки, що протоколи сигналізації, які використовуються в мережах рухомого зв'язку (MAP IS-41 або MAP GSM), фактично вже є протоколами IN. Процес доставки виклику до мобільного абонента вважається послугою IN, а мережні об'єкти, які виконують цю функцію (HLR), розглядаються як спеціалізовані вузли управління послугами (SCP). Процедури запиту даних про місце розташування мобільного термінала та запиту послуги IN дуже подібні – обидві процедури призводять до обміну інструкціями, необхідними для маршрутизації та встановлення з'єднання. У зв'язку з цим пропонується модифікувати існуючий протокол рухомого зв'язку відповідно до концепції IN і адаптувати його до більш уніфікованих вимог.

Друга група визнає схожість прикладних протоколів мереж рухомого зв'язку та мереж IN, проте вважає перші недостатньо загальними для того, щоб вони могли підтримувати концептуальні ідеї IN. Тому звернення до послуги IN у мережі рухомого зв'язку розглядається як процес, який відбувається незалежно від сигналізації, призначеної для встановлення з'єднання, і роль HLR у реалізації послуг IN зводиться до мінімуму. Доставка виклику мобільному абоненту вважається основною функцією, а не послугою IN. Операції, які використовуються для доставки виклику, не змінюються із введенням операцій IN, оскільки останні не залежать від протоколу встановлення з'єднання. Розходження між сигналізацією, специфічною для рухомого зв'язку, і сигналізацією для підтримки послуги, залишаються логічно різними.

Організаціями, що активно працюють в області конвергенції концепції IN і властивостей мобільності, є:

1. Асоціація Промисловості Зв'язку (TIA), а саме її філія – Американський Національний Інститут Стандартів (ANSI) – розробила стандарт для безпроводової інтелектуальної мережі з назвою WIN (Wireless Intelligent Network).
2. Європейський Інститут Стандартів в області зв'язку (ETSI) розробив стандарт підтримки послуг IN у мережах GSM із назвою CAMEL (Customized Application for Mobile Network Enhanced Logic);
3. Міжнародний союз електрозв'язку (ITU-T) продовжує роботу над розвитком концепції IN, до специфікацій якої увійшли відповідні розділи пакета рекомендацій для системи рухомого зв'язку третього покоління FPLMTS (Future Public Land Mobile Telephone System), перейменованої в IМТ-2000 (International Mobile Telecommunications System-2000).

Стандарт WIN є спробою TIA увести концепцію IN в існуючий стандарт ANSI-41 (раніше IS-41). Архітектуру безпроводової IN стандарту WIN (ANSI TIA) подано на рис. 2. Розробка стандартів TIA традиційно була орієнтована на конкретні послуги, що спочатку приводило до визначення операцій і параметрів, специфічних для кожної послуги. Поєднання такої орієнтації із прагненням підвищити ефективність сигналізації призвело до того, що запити, які належать до рухомого зв'язку, часто ставали також і запитами, що стосуються послуг. За основу стандарту WIN був узятий набір CS-2 ITU-T. На рис. 3 наведено архітектуру розподіленої функціональної площини WIN.



Рисунок 2 – Узагальннена архітектура WIN

У затінених овалах на рис. 3 показано додані у CS-2 функціональні об'єкти, необхідні для підтримки WIN:

1. ACF (Authentication Control Function) – функціональний об'єкт управління процедурою аутентифікації.
2. RACF (Radio Access Control Function) – функціональний об'єкт управління радіодоступом; підтримує процедуру пошуку мобільного термінала, управління радіоканалом і процедуру передачі управління.
3. LRF (Location Registration Function) – функціональний об'єкт реєстрації місцезнаходження; містить логіку та дані для адміністративного управління мобільністю.
4. RTF (Radio Terminal Function) – функціональний об'єкт підтримки радіотермінала; є шлюзом між мобільним користувачем і мережними функціями управління зв'язком користувача, виконуючи функції, аналогічні функціям CCAF у стаціонарній IN.
5. RCF (Radio Control Function) – функціональний об'єкт управління радіопортами; управляє генерацією несучих радіочастот, підсиленням сигналу, модуляцією/демодуляцією, призначенням радіоканалів, контролем каналу.



Рисунок 3 – Архітектура розподіленої функціональної площини WIN

З метою надання виробникам обладнання більш гнучких можливостей при створенні платформ безпродових IN стандарт WIN не визначає елементи фізичної площини (РЕ). На відміну від фізичної площини IN, стандарт WIN оперує мережними елементами (Network Еlement, NE). Крім IP, SCP і SN типова модель мережі стандарту ANSI-41.1 містить:

АC – центр аутентифікації; містить функціональний об'єкт ACF і управляє інформацією аутентифікації мобільних станцій. АС може бути об’єднаним з регістром HLR і може обслуговувати кілька регістрів HLR.

EIR – регістр ідентифікації обладнання; зберігає інформацію ідентифікації обладнання користувачів.

HLR – регістр місцезнаходження «своїх» абонентів; містить функціональні об'єкти LRF, SCF і SDF. HLR може бути об’єднаним із MSC та обслуговувати декілька MSC.

МС – центр повідомлень; записує та передає короткі повідомлення.

MS – мобільна станція; містить функціональний об'єкт RTF.

MSC – центр комутації рухомого зв'язку; містить функціональні об'єкти CCF, SSF і RACF (може також містити LRF і SRF), і є шлюзом, що пропускає трафік між мобільною та стаціонарною мережами та/або іншими мобільними мережами.

VLR – регістр місцезнаходження «чужих» абонентів; містить функціональні об'єкти LRF і ACF і управляє даними «чужих» абонентів.

Як фізичні, так і мережні елементи можуть містити в собі декілька функціональних об'єктів. Однак мережні елементи, на відміну від фізичних, можуть бути об'єднані в одній одиниці обладнання. Протоколом для інтерфейсів між мережними елементами стандартом WIN визначений протокол MAP стандарту ANSI 41.

Стандарт CAMEL – це спроба комітету SMG ETSI розробити стандарт для підтримки національного та міжнародного роумінгу послуг, не специфікованих стандартом GSM. CAMEL можна розглядати як інтеграцію IN та архітектури GSM шляхом

* адаптації існуючого протоколу сигналізації MAP стандарту GSM до розширених вимог;
* введення сигналізації IN для підтримки не стандартизованих GSM послуг.

У новій архітектурі функції IN і функції, специфічні для рухомого зв'язку, логічно розділені. Власне кажучи, CAMEL запозичив протокол INAP CS-1 і пристосував його до особливостей процесу обслуговування виклику в мережах GSM, визначивши необхідні тригерні точки DP. До протоколу MAP GSM були внесені зміни для підтримки передачі інформації про тригерні точки до комутаторів «своїх» і «чужих» мереж. CAMEL зберігає протокол MAP GSM незалежним від протоколу INAP CS-1, дозволяючи обом розвиватися самостійно. Для реалізації першої фази CAMEL визначена самостійна прикладна підсистема СКС №7 (CAMEL Application Part) і відповідний протокол CAP (CAMEL Application Protocol), що базується на стандарті ETSI INAP CS-1.

На рис. 4 наведена функціональна архітектура, необхідна для підтримки першої фази CAMEL. Архітектура другої фази CAMEL відрізняється наявністю інтерфейсу САР між функціональним об'єктом gsmSCF і зовнішнім функціональним об'єктом спеціалізованих ресурсів gsmSRF. Подана на рис. 4 функціональна архітектура містить як традиційні для мережі GSM елементи, так і нові, визначені стандартом CAMEL. HLR зберігає інформацію про абонентів, які потребують підтримки CAMEL, і забезпечує інтерфейс убік функціонального об'єкта gsmSCF для здійснення процедур запиту. Логіку послуг CAMEL, що підтримує надання нестандартних для мережі GSM додаткових послуг, розташовано в gsmSCF.

У процесі надання послуги gsmSCF взаємодіє з gsmSSF, gsmSRF (для другої фази CAMEL) і HLR. Інтерфейсом між центром комутації рухомого зв'язку та gsmSCF є gsmSSF, принципи роботи якого аналогічні SSF CS-1, але передбачають нові тригерні механізми, обумовлені особливостями мобільного зв'язку.



Рисунок 4 – Функціональна архітектура першої фази стандарту CAMEL

Під час обробки вхідних/вихідних викликів, які вимагають підтримки САМЕL у напрямку від/до іншої мережі, шлюзовий центр комутації рухомого зв'язку GMSC (Gateway MSC) запитує від HLR інформацію про наявність підписки абонента на послуги CAMEL. Якщо підписка існує, GMSC запитує у gsmSSF необхідні інструкції. На основі отриманих інструкцій GMSC відслідковує зміни станів процесу обслуговування виклику та інформує про них gsmSSF, дозволяючи тим самим gsmSSF управляти обслуговуванням виклику в GMSC. Інтерфейс між GMSC і gsmSSF є внутрішнім. При виявленні запиту послуги gsmSSF інформує про це gsmSCF.

Регістр місцезнаходження «чужих» абонентів (VLR – Visitor Location Register) зберігає інформацію про підписку CAMEL при вихідному виклику, а також інформацію про підписку на додаткові послуги як частину даних про «чужих» абонентів, які перебувають в обслуговуваній цим VLR зоні. При вихідному внутрішньомережному виклику MSC отримує від VLR інформацію про наявність підписки абонента на послуги CAMEL. Наявність підписки вказує (V) MSC (MSC «чужої» мережі) на необхідність обміну інструкціями з gsmSSF. Під час обробки запиту додаткової послуги (V) MSC одержує від VLR інформацію про те, що абонент на неї підписаний, що вказує gsmSSF на необхідність інформувати gsmSCF про запит послуги.

Інтерфейс HLR – VLR використовується для передачі інформації про абонента в «чужу» мережу GSM і для надання номера рухомого абонентського термінала під час роумінгу. За допомогою цього інтерфейсу також визначаються дані про статус і місцезнаходження рухомого абонента, визначається необхідність скасування іншомовних повідомлень для послуг CAMEL, і передаються вказівки скасувати ці повідомлення.

Інтерфейс GMSC – HLR використовується при вхідних викликах для обміну інформацією про маршрутизацію, про статус і місцезнаходження абонента, а також інформацією про поточну підписку абонента на послуги та про необхідність скасування іншомовних повідомлень автоінформатора. Цей інтерфейс також використовується для передачі у запитуючу мережу GSM інформації про підписку абонента на послуги CAMEL при вхідному та вихідному викликах.

Інтерфейс gsmSSF – gsmSCF використовується для обміну інструкціями в процесі обслуговування виклику та для передачі запитів з'єднання з gsmSRF. На відміну від IN CS-1 і CS-2, інтерфейс gsmSSF – gsmSCF призначений також і для міжмережної (міжнародної) взаємодії.

Інтерфейс gsmSCF – HLR використовується функціональним об'єктом gsmSCF для запиту інформації від HLR. Передбачається, що HLR може відмовити в наданні інформації, яку запитує gsmSCF.

Інтерфейс gsmSCF – gsmSRF застосовується в другій фазі реалізації стандарту CAMEL і використовується gsmSCF для пересилання функціональному об'єкту gsmSRF інструкцій про передачу користувачу акустичних сигналів або мовних повідомлень.

Інтерфейс MSC – gsmSCF використовується MSC для повідомлення gsmSCF про запит користувачем додаткових послуг.

Інтерфейси GMSC – gsmSSF і (V) MSC – gsmSSF є внутрішніми та призначені лише для того, щоб полегшити розуміння процесу обробки точок виявлення DP.

ITU-T продовжує роботу над стандартами для систем рухомого зв'язку третього покоління, архітектура яких використовуватиме принципи побудови IN. Стандарт IMT-2000 призначений для підтримки широкого спектра послуг (включаючи мультимедійні), принципи надання яких будуть засновані на концепції IN.

Функціональна архітектура системи ІМТ-2000 забезпечує повну інтеграцію контролю пересування та функцій IN. Спочатку передбачалося, що SCP крім управління послугами також відповідатиме за контроль місця розташування, а також за управління профілями послуг і аутентифікацію. Проте під тиском прихильників CAMEL і WIN було підтримано принцип роздільного розгляду аспектів мобільності та аспектів обслуговування.   
До архітектури системи IMT-2000 входить набір із чотирьох високорівневих функціональних підсистем, кожна з яких містить ряд функціональних   
об'єктів. Підсистеми та інтерфейси, через які здійснюється зв'язок між ними, показано на рис. 5.

Модуль ідентифікації користувача (UIM) забезпечує захист інформації користувача, може бути вбудованим або виконаним у вигляді окремої карти, що вставляється в мобільний термінал.

Мобільний термінал (МТ) взаємодіє з UIM і мережею радіодоступу, забезпечуючи підтримку послуг і мобільності користувача.

Мережа радіодоступу (RAN) забезпечує взаємодію МТ із базовою мережею, виконуючи роль маршрутизатора та шлюзу для обміну інформацією.

Базова мережа (CN) взаємодіє з мережею радіодоступу та з іншими базовими мережами, забезпечуючи підтримку послуг і мобільності абонента.



Рисунок 5 – Функціональні підсистеми та інтерфейси IMT-2000