

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ІСНУЮЧИХ ТА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ

Сабурова С.О., Холод Л.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Україна.

E-mail: svitlana.saburova@nure.ua,
leonid.kholod@nure.ua

Abstract

The article examines the modern principles of convergence, on which the concept of IMS technology built. It consists in the fact that the delivery of any service correlated with the communication infrastructure. The embodiment of this method is the multi-level approach used in the construction of the IMS platform. It makes it possible to implement an open service delivery mechanism independent of the access technology for use in the network of applications of third-party service providers, not telecommunication equipment manufacturers. The method of calculating, analyzing and evaluating the quality of services of converged mobile and fixed networks based on the IMS-platform, is proposed. They work in the mode of critical application in extreme conditions and aggressive environments, continuously functioning throughout the entire period of operation. Usually, information exchange in such conditions must be carried out in real time, so the requirements for reliability, survivability and productivity of IR networks are much higher than in conventional production or commercial systems.

Мобільні та фіксовані системи нових поколінь загального користування працюють в режимі критичного застосування (МФС НП КЗ), екстремальних умовах та агресивних середовищах, безперервно функціонуючи протягом усього періоду технічної підтримки об'єктів. Зазвичай інформаційний обмін в МФС НП КЗ має здійснюватися в реальному часі, тому вимоги до надійності, живучості та продуктивності IP мереж значно вищі, ніж у звичайних виробничих або комерційних системах інфокомунікацій.

Мобільні та фіксовані мережі нового покоління: мультисервісні та інтелектуальні значно розширюють можливості інформаційного обміну, особливо в мережах систем критичного застосування, водночас породжуючи багато нових проблем. Необхідність поєднання в одних мережних пристроях і вузлах нових технологій передачі даних з існуючими технологіями, а також поява нових, більш ресурсномістких застосунків вимагає досконалих і складних технологічних та алгоритмічних рішень на основі різних технологій конвергенції.

Продуктивність, пропускна здатність, надійність параметрів якості послуг IP-мереж залежать як від характеристик термінального та мережного обладнання, транспортних ресурсів, так і від параметрів якості переданого трафіку.

Основну увагу зосереджено на дослідженні впливу інтенсивності та статистичних характеристик мережного трафіку на прикладі використання IMS-платформи (IP Multimedia Subsystem) в частині впливу на зріст показника якості: часу затримки передачі та підвищення корисної пропускної здатності IP-мережі. Тому найперспективнішими IP-мережами вважаються мережі нових поколінь.

Таким чином, після активного розгортання LTE-мереж нових поколінь з різними специфікаціями (Release 8-13) користувачі й оператори мобільного зв'язку можуть бути зацікавлені в використанні справжньої потужності IMS-платформи.

IMS-платформа є автономною системою, знаходиться поза мережею LTE і підключена до PDN Gateway через інтерфейс S-Gi. EPC має три основні функціональні елементи:

1) Mobility Management Entity (MME). MME є найбільшою контрольною точкою в EPC і відповідає за більшість функцій рівня управління.

2) Serving Gateway (S-GW). Всі IP-пакети у висхідній і низхідній лінії зв'язку проходять через S-GW. S-GW також відповідає за передачу.

3) P-GW або PDN Gateway. P-GW призначає IP-адреси UE (User Equipment). Він також забезпечує інтерфейси для Інтернету та IMS.

На рисунку 1 наведено схему архітектури взаємодії EPC (Evolved Packet Core) з IMS через інтерфейс між ними [1].

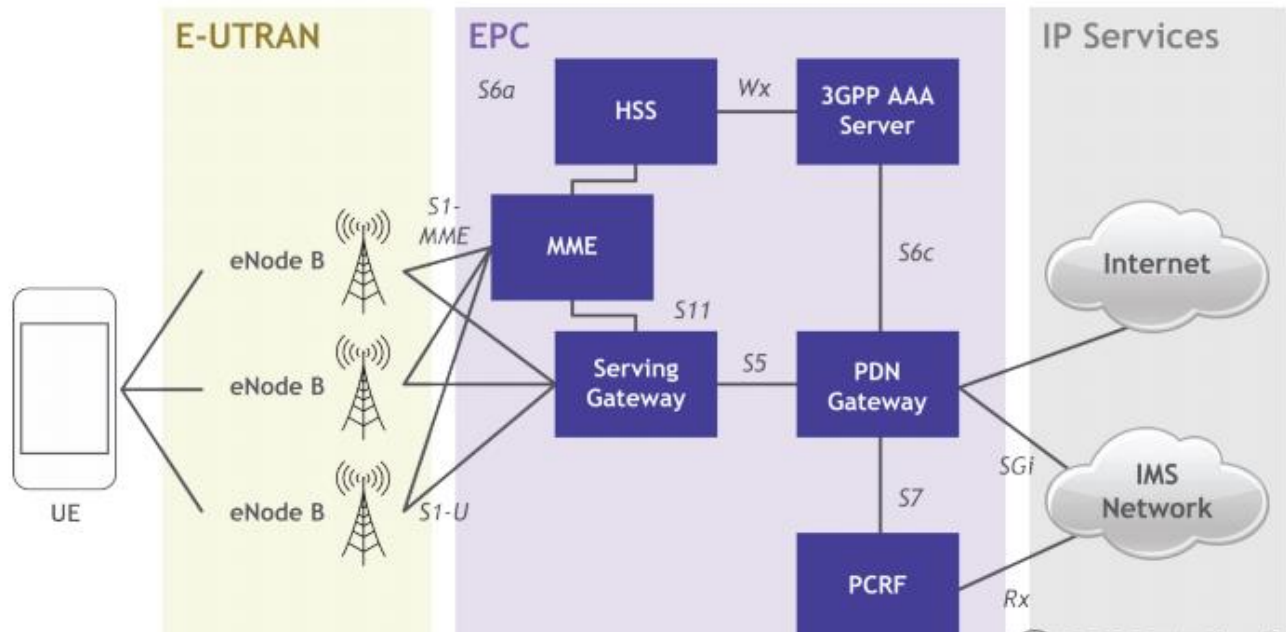


Рис. 1. Схема архітектури взаємодії UE та EPC з IMS через сигнальні інтерфейси між ними

Таким чином удосконалене пакетне ядро (EPC) для реалізації послуг VoLTE та IMS-платформи є важливими вузлами в архітектурі їх взаємодії.

UE (User Equipment) на базі IMS складається з двох основних компонентів:

- універсальна карта з інтегральною схемою (Universal Integrated Circuit, UICC);
- агент користувача протоколу ініціації сесії (Session Initiation Protocol User Agent, SIP UA).

Кожен споживач (UE) повинен містити один UICC, і кожен UICC може мати один або більше з наступних модулів.

1) Модуль ідентифікації абонента (Subscriber Identity Module, SIM): інформація про ідентифікацію SIM-карти, яка використовується мережею GSM.

2) Модуль ідентифікації абонента 3GPP (UMTS Subscriber Identity Module, USIM): інформація USIM, яка використовується мережею UMTS або LTE.

3) IP Модуль ідентифікації мультимедійних послуг (IP Multimedia Services Identity Module, ISIM): підсистема IMS використовує ідентифікаційну інформацію IMSI.

У поточній традиційній локальній формі вузли IMS-платформи вимагають більш тривалих циклів розгортання та є відносно негнучкими, коли йдеться про розгортання різних мультимедійних служб. Крім того, IMS-платформа використовує такі протоколи, як SIP і Diameter, для зв'язку в межах вузлів IMS-платформи і EPC.

Оператори 4G, які вже оновили свою основну мережу до віртуалізованих вузлів EPC та IMS-платформи через хмару, прийняли функцію хмари, рівні користувача та управління (Cloud and adopted User & Control Planes, CUPS) для розділення рівнів користувача та управління, перебувають у дуже зручному та економічно ефективному становищі для переходу до розгортання 5G. Вони можуть використовувати свої існуючі хмарні та повністю віртуалізовані

мережі, щоб запровадити мережу 5G, інтегровану з IMS-платформою, разом зі спеціальними функціями для включення FWA, eMBB, URLLC та варіанти використання mMTC (рис.2) [1].

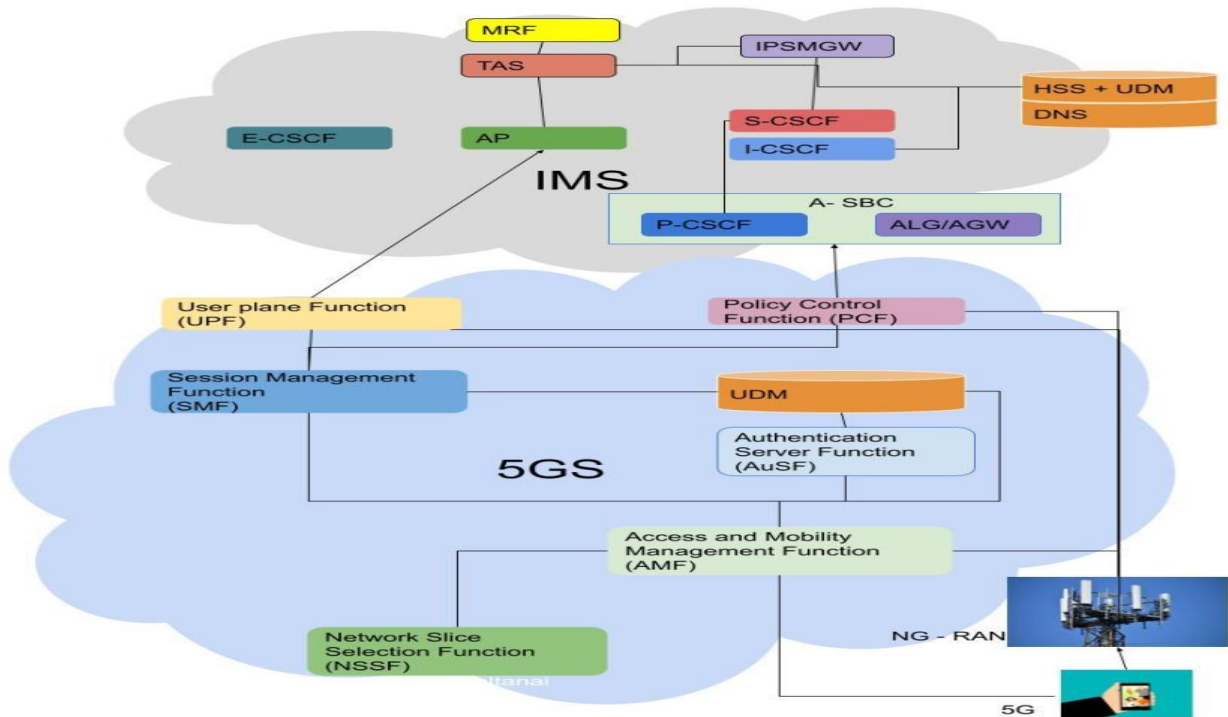


Рис.2. Архітектура інтеграції 5G з IMS-платформою

Усі останні роки IMS-платформа переважно використовується для надання мультимедійних послуг на основі голосу та відео через IP-мережі, такі як VoLTE, VoWiFi, RCS тощо. Оскільки IMS-платформа не залежить від доступу, вона також може підключатися до ядра 5G (через вузол UPF) для доставки таких послуг, як голос через 5G (Vo5G), і навіть дозволяє функції роумінгу в мережах 5G/LTE. Однак, з огляду на такі специфічні вимоги, як підтримка хмарних додатків, віртуалізованих вузлів, RESTful APIs, мікросервісів, нарізки мережі тощо для мережі 5G, традиційні вузли IMS-платформи мають бути віртуалізовані та готові до хмари, щоб бути інтегрованими в мережі 5G [1].

Для розрахунку, аналізу та оцінки показників якості трафіку на базі IMS-платформи на основі теорії систем масового обслуговування (СМО) з очікуванням, обмеженим тільки довжиною черги, заявка, що надійшла, не залишає чергу, а чекає обслуговування [3]. Однак, у конвергентних мережах КМФС IMS КЗ весь трафік IP мережі з різномірним сигнальним трафіком SIP вже не може вважатися «еластичним», тобто таким, що не має обмежень на час очікування. Для таких додатків, як забезпечення передачі дзвінка та мови, при перевищенні часу затримки більш ніж на 100... 150 мс (0 клас) згідно вимог QoS у рек. ITU-T Y.1541[2] різко знижується якість відтворення. Погіршується розбірливість мови, що в деяких ситуаціях може призвести до неприпустимих наслідків. Теоретично при перевищенні порога очікування заявка може піти з черги (так звані «нетерплячі» заявки). Практично в системах управління КМФС IMS КЗ ця ситуація неприпустима.

Для СМО з «нетерплячими» заявками поняття «ймовірність відмови» не має сенсу - кожна заявка стає в чергу, але може і не дочекатися обслуговування, пішовши завчасно [3]. Для запобігання втрати таких «нетерплячих» заявок та, відповідно, поліпшення якості обслуговування доцільно застосовувати алгоритми обслуговування з пріоритетами на тип маркування потоків або ранжування пакетів за тривалістю.

У мультисервісних мережах реалізуються пакетні технології передачі неоднорідного трафіку на прикладі IP-технологій. Зазвичай у IP мережах з комутаційними пакетами найбільш нестабільні затримки доставки інформації, які характеризуються показником затримки та джиттером.

Найбільший вплив на життєзабезпечення мають нестабільність характеристики:

- термінального обладнання кодека або буферизації;

– IP мереж, наприклад затримка поширення.

Необхідно також врахувати, що існує ненульова ймовірність вичерпання буферної пам'яті вузла комутації (ВК) - маршрутизатора, звичайного або програмного комутатора. Іншими словами, кількість місць у черзі не можна вважати необмеженою в час найбільш навантаження (ЧНН). При цьому заявкам, що знову надходять, буде відмовлено в обслуговуванні. Імовірність відмови в обслуговуванні залежить від співвідношення інтенсивності надходження та обслуговування заявок. Не обслужені заявки просто губляться, і їх доведеться передавати повторно, оскільки джерело не отримає підтвердження про доставку.

Розглядати характеристики навантаження на мережу в ЧНН необхідно за наявності «нетерплячих» заявок і обмеженого обсягу буферної пам'яті. Якщо всі канали обслуговування зайняті і є черга заявок, то потік обслужених заявок можна вважати найпростішим. Можливі також допущення про найпростіший характер потоку «нетерплячих» заявок у загальному потоці. Відносна пропускна спроможність системи q обчислюється з припущення, що будуть обслужені всі заявки, крім тих, які підуть із черги достроково в ЧНН.

На телекомунікаційному ринку України встановлені коефіцієнти використання ресурсів телекомунікаційних мереж операторів телекомунікацій з істотною ринковою перевагою, що надають послуги рухомого (мобільного) телефонного зв'язку, для різних видів трафіку згідно вимог Постанови Верховної Ради України «Про затвердження Порядку установлення розмірів розрахункових такс за послуги пропуску трафіку до телекомунікаційних мереж операторів телекомунікацій з істотною ринковою перевагою» [4].

Висновки

У конвергентних мобільних та фіксованих системах нових поколінь загального користування, які працюють в режимі критичного застосування весь трафік IP мережі з різномірним сигнальним трафіком SIP дозволяє передбачати значний запас пропускної здатності. Мережа на базі IMS-платформи повинна мати пропускну здатність значно більшу – до 100% в ЧНН, ніж максимальна очікувана інтенсивність трафіку для різних видів послуг. Відповідно, коефіцієнт використання ресурсів телекомунікаційної мережі повинен бути меншим за одиницю згідно вимог системи QoS до 70%, наприклад, для голосової телефонії.

Література

1. IP multimedia subsystem, IMS, 2022. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/IMS> (дата звернення: 16.07.2024).
2. ITU-T Recommendation Y.1541. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541> (дата звернення: 31.08.2024).
3. Поповський В.В., співавтори: Москалець М.В., Сабурова С.О., Мельнікова Л.І. та ін. Основи теорії телекомунікаційних систем, підручник за редакцією Поповського В.В. ХНУРЕ: 2018. С. 335-354. ISBN978-966-659-233-3.
4. Про затвердження Порядку установлення розмірів розрахункових такс за послуги пропуску трафіку до телекомунікаційних мереж операторів телекомунікацій з істотною ринковою перевагою. Постанова Верховної Ради України від 06.11.2023р. на підставі z1592-23. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0922-16#Text> (дата звернення: 25.08.2024).