

Ветошко І.П.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кравчук С.О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ГОЛОСОВИХ ПОСЛУГ VoNR В МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ 5G

З'ясовано, що розвиток сучасних технологій телекомунікацій спонукають операторів мобільного зв'язку модернізувати власну мережу та покращувати якість надання послуг та клієнтський досвід. Архітектура 5G має суттєві відмінності від своїх попередників. Визначено, що стандарт мобільного зв'язку п'ятого покоління 5G, як і 4G, пропонується в якості основного прискорювача подальшого розширення послуг передачі даних із послугами eMBB (Enhanced mobile broadband), URLLC (Ultra-Reliable and Low-Latency Communication) і mMTC (massive machine-type communications), але при цьому послуги передачі трафіку голосу і відео залишаються ключовими для користувачів [1–3]. Встановлено, що за оцінками асоціації GSMA [4], у 2025 році кількість підписок на голосовий зв'язок у всьому світі зростає на 1,2 мільярда порівняно з 2020 роком. Тому операторам мереж мобільного зв'язку необхідно пропонувати і підтримувати все більшу кількість голосових послуг. Щоб досягти цього, стандартами партнерської асоціації груп телекомунікаційних компаній 3GPP (3rd Generation Partnership Project) визначено, що мережа 5G повинна надавати голосові послуги за допомогою поєднання 5G RAN (5G Radio access network), 5GC (5G Core Network) та IMS (IP Multimedia Subsystem). Радіотехнологія 5G відома як New Radio (NR), а голосові служби, що використовують 5G RAN, 5G Core та IMS, називаються VoNR (Voice over New Radio). З'ясовано, що основним і цільовим рішенням для розгортання голосових послуг в мережах 5G є VoNR, який забезпечує передачу голосу, відео та повідомлень на основі IMS через радіодоступ 5G.

Хоча впровадження мереж 5G відбувається поступово та з прийняттям 5GC, голосові послуги можуть продовжуватися надаватися через мережі 4G EPC (Evolved Packet Core) + LTE (Long Term Evolution), а EPS (Evolved Packet System) стає резервним рішенням для передачі голосу [5–7]. При цьому, встановлено, що важливо коректно інтегрувати домен 5G в діючу мережу постачальника телекомунікаційних послуг. Однак, тільки, впровадження функції VoNR в мережі 5G надасть найкращу якість голосового і відео зв'язку [8, 9].

Ключові слова: VoNR, 5G, MTSI, 5QI, IMS, EVS, VoLTE, 5GC, 5G NR, IWF, gNB, QoS, New Radio.

Постановка проблеми. У нинішніх умовах впровадження стандарту 5G в мобільних мережах створює нові можливості для швидкого та безперервного обміну даними, але все ще існують певні проблеми з якістю голосових послуг у таких мережах. Особливий інтерес викликає реалізація послуг передачі голосу по новому радіо (VoNR). Перехід на новий стандарт вимагає глибокого розуміння і вирішення низки технічних питань. Архітектурні особливості мереж 5G, такі як висока пропускна здатність і низька затримка, створюють унікальні виклики для ефективної інтеграції голосових послуг. Щоб забезпечити оптимальну якість обслуговування, протокольні рішення повинні бути адаптовані до нового середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Реалізація голосових послуг у мережах 5G є актуальним напрямком досліджень, який привертає увагу вчених та індустрії. Аналіз останніх публікацій та досліджень надає комплексне уявлення про сучасний стан цієї тематики. Один із ключових аспектів досліджень – розробка та впровадження стандарту 5G NR.

Архітектурні та технічні аспекти стандарту 5G NR висвітлені в роботі, що надає глибоке розуміння технологічних викликів та можливостей [1]. Це забезпечує комплексне розуміння компонентів системи та їх взаємодії в контексті голосових послуг. Важливо враховувати системні аспекти мобільних інфокомунікацій; різні публікації та посібники розкривають питання теорії систем та

системної архітектури [2–3]. Аналіз можливостей для покращення якості голосових послуг у мережах 5G виявляє фактори, які впливають на ефективність та надійність комунікацій [5–8]. Загалом, автори наукових публікацій акцентують увагу на впровадженні нових технологій та підходів для оптимізації голосового обміну в пакетних мережах мобільного зв'язку.

Метою роботи є представлення технічних рішень того, як голосові служби можуть бути включені в мережу 5G, та можливі методи реалізації VoNR із підтримкою IMS у системі 5G.

Виклад основного матеріалу дослідження

Підтримка IMS голосових послуг в 5G

5G підтримує мультимедійні телефонні послуги для IMS MTSI (multimedia telephone services for IMS), що представляє прикладний рівень. Медіа-потік (media flow) складається з аудіо, відео та «тексту» (тут відповідає загальним даним, як-от зображення, текст, веб-сайти тощо), що використовує сучасні інструменти співпраці та комунікації. Щоб зберегти підтримку QoS, протокол реального часу RTP (real-time protocol), протокол потокової передачі в реальному часі RTSP (real-time streaming protocol) і протокол керування в реальному часі RTCP (real-time control protocol) координують передачу медіа-файлів і усувають такі порушення, як затримка, неупорядкованість або неправильні пакети. Транспортний і мережевий рівні реалізуються за допомогою відомих протоколів TCP (Transmission

Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol) і IP (Internet Protocol) (IPv4 і IPv6). Функції RAT (radio access technology) забезпечуються E-UTRA (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) або 5G NR. Протоколи ініціації сеансу SIP (session initiation protocol), опису сеансу SDP (session description protocol) і IKE (Internet Key Exchange) виконують площину управління голосового з'єднання. На рис. 1 показані мережні протоколи DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) і DNS (Domain Name System), оскільки вони пропонують додаткові послуги, наприклад послуги локального оператора [10].

Підтримка послуг IMS, включаючи мережеві інтерфейси, рівні протоколів і сценарії сигналізації, є необхідною умовою для голосових послуг, які пропонуються в 5G. Щоб використовувати аспекти QoS, між UE та мережею встановлюється так званий потік QoS, який супроводжується такими параметрами, як затримка, пріоритет, частота помилок пакетів і гарантована швидкість передачі даних. Щоб зменшити накладні витрати на сигналізацію, 5G призначає ідентифікатор потоку 5G QoS (5QI) кожному потоку QoS. Усі рівні протоколів і мережеві функції знають про цей 5QI. Існує рекомендація щодо застосування цих профілів 5QI: 5QI = 1 для розмовного голосу, 5QI = 2 для розмовного відео, що вимагає певних значень QoS, 5QI = 5 для сигналізації IMS і додатково 5QI = 6...9 для одночасних медіа-потоків із нижчими вимогами до QoS.

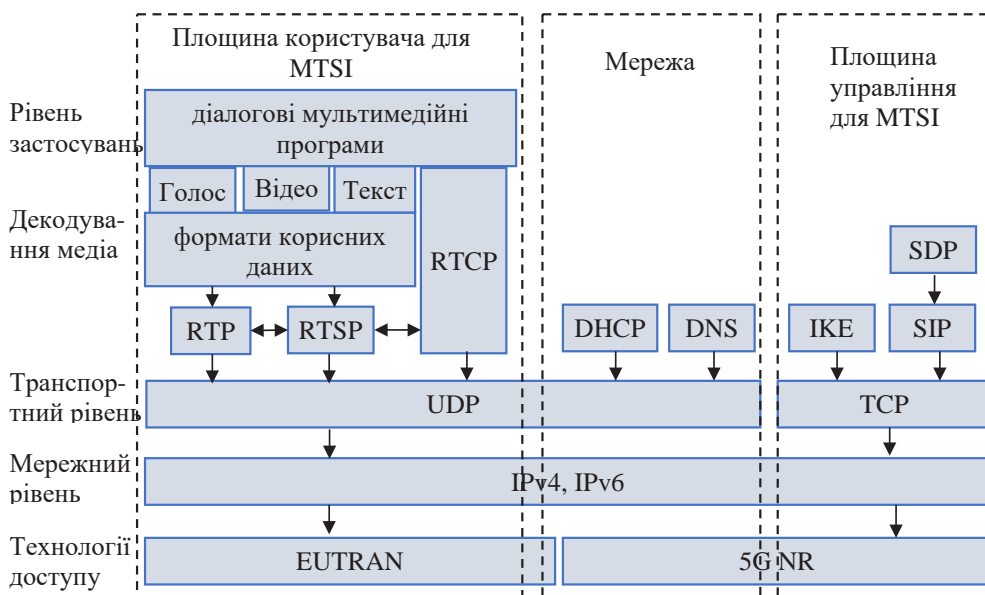


Рис. 1. Рівні протоколів MTSI: площина користувача, мережна площина та площина управління

Оскільки мережа розглядає передачу голосу як додаток у системі 5G, то немає обов'язкових конфігурацій рівнів протоколу, їх можна розглядати більше як рекомендації. Сервіс передачі голосу більше зосереджується на затримці, ніж на надійності підтримки потоку. У голосовому з'єднанні відіграють ключову роль аспекти ефективного використання радіоресурсів і споживання енергії. Механізми напівпостійного планування дозволяють квазі-постійне планування радіоресурсів із гарантованою швидкістю передачі даних із низькими накладними витратами на сигналізацію. Крім того, механізм агрегування слотів дозволяє автоматичному повторенню голосового пакету підвищити надійність, зосереджуючись на зменшенні затримки. Зменшення енергії вирішується за допомогою переривчастого прийому та передачі DRX і DTX (discontinuous reception і discontinuous transmission) [11]. Зосередженість на затримці перед надійністю зрозуміла. Тому встановлюємо рівень керування радіоканалом RLC (Radio link control) у непідтвердженій режим і пропускаємо перевірку цілісності на рівні протоколу конвергенції пакетних даних PDCP (Packet Data Convergence Protocol) з міркувань безпеки, увімкнувши лише шифрування.

Для проведення подальшого аналізу взаємодії 5GS та IMS на рис. 2 представлено спрощену структуру IMS з необхідним набором складових для реалізації голосових послуг і двома інтерфейсами підключення до мережі оператора (1 і 2):

Дотримуючись тенденції високоякісної передачі аудіо, 3GPP розробила кодек розширених голосових послуг EVS (enhanced voice services), який тепер є обов'язковим для передачі голосу в стандарті 5G. EVS продовжує традицію багатшвидкісних голосових кодеків (AMR), адаптованих до зв'язку. Використовуючи вимоги до покращеної якості аудіо та дозволяючи передавати аудіосигнали, окрім мови, наприклад музики, EVS використовує вищі швидкості передачі даних, запропоновані 5GS, для передачі покращених закодованих аудіосигналів. Технічно EVS збільшує смугу пропускання звуку та охоплює звуковий діапазон частот від 20 Гц до 20 кГц, що відповідає типовому діапазону людського вуха. Для перетворення аналогового аудіосигналу в цифровий сигнал EVS застосовує такі відомі методи, як амплітудне квантування та дискретна дискретизація. Як покращення, порівняно з голосовими кодеками старого покоління, EVS забезпечує точніший рівень квантування та вищу частоту дискретизації. Одним з важливих аспектів EVS є його режим кодека сумісності, який дозволить

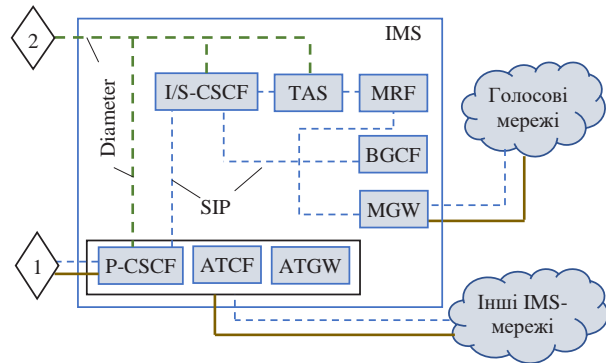


Рис. 2. Спрощена структура IMS з необхідним набором складових для реалізації голосових послуг і двома інтерфейсами підключення до мережі оператора (1 і 2): I-CSCF (Interrogating Call Session Control Function) – функція опитувального управління сеансом виклику (із зовнішніми мережами); S-CSCF (Serving Call Session Control Function) – обслуговуюча функція управління сеансом виклику; MGW (Multimedia Media Gateway) – медійний шлюз; P-CSCF (proxy-CSCF) – проксі-CSCF; BGCF (Breakout Gateway Control Function) – функція управління прикордонними шлюзами; MRF (Media Resource Function) – функція ресурсів мультимедіа; TAS (Telephony Application Server) – сервер телефонних застосувань; ATCF (Access Transfer Control Function) – функція керування передачею доступу; ATGW (Access Transfer Gateway) – шлюз передачі доступу, це опорна точка медіа, що доповнює роль сигналізації та керування медіа

налаштувати голосовий кодек EVS також відповідно до швидкості застарілих голосових кодеків, забезпечуючи плавне впровадження VoNR.

Впровадження голосових послуг потребує певної адаптації архітектури інфраструктури, а гнучка архітектура надає нові додаткові інтерфейси та функції. Оператор повинен вирішити, яка базова мережа включена і чи повинна вона підтримувати голосові послуги (запропонувати резервний EPS або VoNR). Також, базова мережа EPS або 5GC повинна бути підключена до IMS через кілька інтерфейсів для обміну даними користувача та сигналізації.

Різні методи реалізації VoNR. Опції для існуючих операторів.

Існують різні варіанти реалізації VoNR у мережі. З цих варіантів деякі з них підійдуть для існуючого оператора, а деякі – будуть найкращими для нового оператора. У діючого оператора (або нового оператора) може не бути розгорнутої мережі 5G Core, 5G NR та IMS. Тоді найкращим і доступним вибором буде — розгортання мережі IMS, яка підтримує інтерфейси HTTP, разом із новим розгортанням 5G Core та 5G NR.

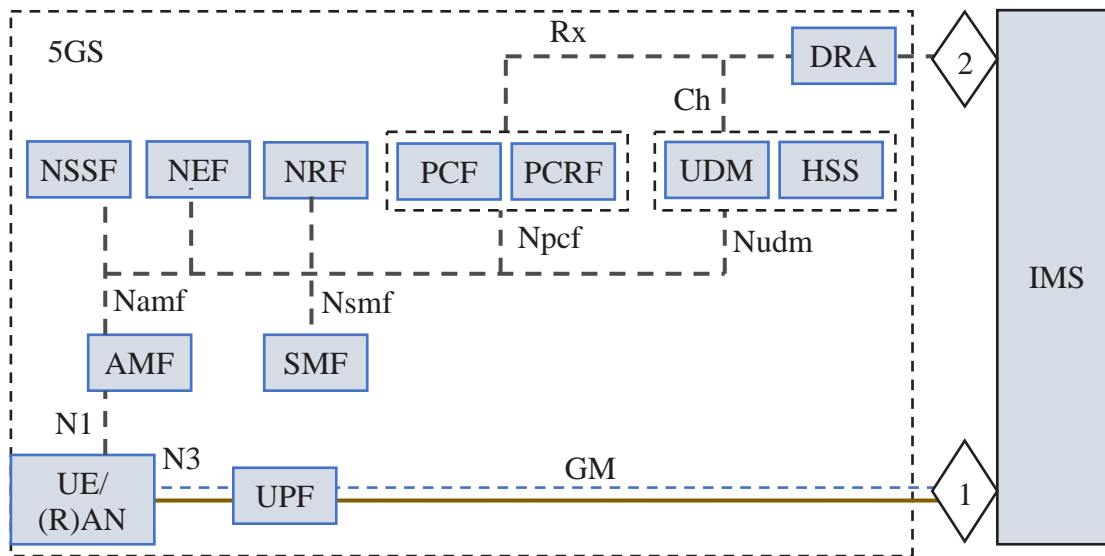


Рис. 3. Метод розгортання модуля управління даними користувачів UDM:
 (R)AN ((Radio) Access Network) – функція мережного доступу (радіодоступ, як одна з опцій);
 AMF (Access and Mobility Management Function) – функція управління доступом і мобільністю;
 SMF (Session Management Function) – функція управління сеансом; UE (User Equipment) –
 користувачське обладнання; UPF (User Plane Function) – функція передачі даних користувачів,
 або функція користувачької площини; NSSF (Network Slice Selection Function) – функція вибору
 мережного сегменту/слайсу; NEF (Network Exposure Function) – функція забезпечення взаємодії
 з зовнішніми застосуваннями; NRF (NF Repository Function) – сховище мережних функцій

Існуючий оператор, який прагне надавати голосові послуги, зрештою повинен запровадити VoNR. Для цього оператор повинен мати наступні передумови:

- в мережі вузли LTE eNB оновлено до gNB і підключено до нового 5GC;
- розгорнуті та працюють базова мережа IMS та голосовий сервіс VoLTE;
- по всій мережі оператора доступне нове покриття 5GC і 5G NR.

Тоді, оператор може розглянути наступні три методи реалізації VoNR:

1) розгортання модуля управління даними користувачів UDM (Unified Data Management) в ядрі 5G, яке також підтримує функції HSS (Home Subscriber Server) для IMS;

2) розгортання функції IWF (InterWorking Function), яка перетворює повідомлення протоколу сигналізації Diameter на HTTP та інтегрує існуючу мережу IMS із новим 5GC;

3) оновлення існуючого вузла IMS для підтримки нових інтерфейсів на основі HTTP та підключення вузла до нових основних мережних функцій 5G.

Кожен із цих методів має свої переваги та недоліки. Їх вибір залежить від прийнятої для них пріоритетності.

Так, перший метод включає вузли з подвійною функціональністю для плавного та швидшого роз-

гортання послуг 5G будь-яким оператором (рис. 3). Більшість постачальників розробили конвергентні програми, такі як UDM з HSS і PCF (Policy Control Function) з PCRF (Policy and Charging Rules Function). Це допомагає оператору підключити мережу IMS безпосередньо до нового 5GC без будь-яких змін у існуючій мережі IMS і з меншими додатковими витратами. Але при цьому за допомогою DRA (Diameter Routing Agent) необхідно відпрацювати процедуру контролю, що повідомлення через Diameter, пов'язане з користувачами 5G, правильно (по відношенню до узгодження різних протоколів сигналізації) направляється до 5G UDM і PCF.

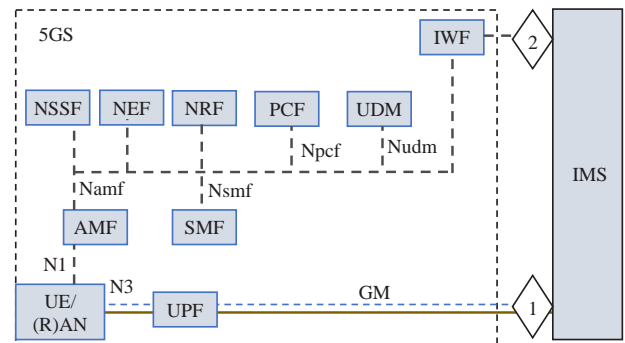


Рис. 4. Метод задіяння вузлу IWF

Для реалізації другого методу між мережевими функціями 5G і ядром IMS потрібно вста-

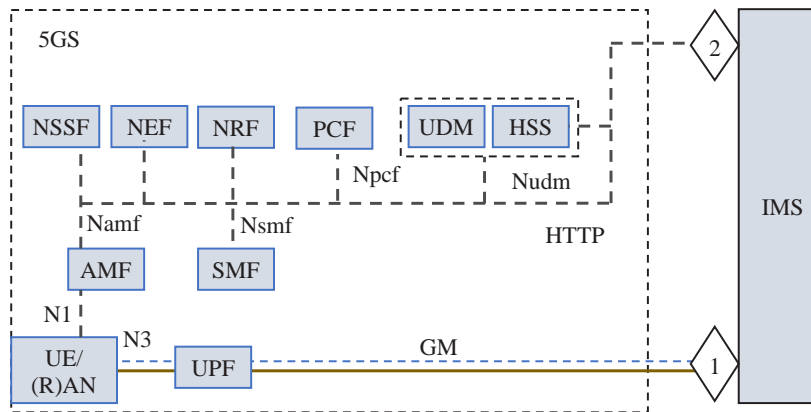


Рис. 5. Метод оновлення усіх вузлів до підтримки служб HTTP

новити вузол IWF, який може перетворювати HTTP-повідомлення в протокол Diameter і навпаки (рис. 4). Це потрібно, лише у випадку, якщо нові функції мережі UDM в ядрі 5G не підтримують протокол Diameter. Даний метод дозволяє оператору швидко впровадити рішення VoNR, не порушуючи існуючі вузли мережі IMS. Однак для впровадження та моніторингу нового вузла IWF знадобляться додаткові зусилля щодо розгортання та експлуатації.

Третій метод передбачає необхідність оновлення існуючих мережних вузлів IMS для підтримки служб HTTP, які підтримуються функціями мережі 5G (рис. 4). Усі вузли IMS у мережі повинні підтримувати службу/інтерфейс `Nhss_ims` (керування контекстом UE, керування даними користувачів і автентифікації UE для IMS), доступну функціям базової мережі 5G. Цей метод дозволяє оператору уникнути впливу старих технологій на ядро 5G. Це може бути найкращим методом для оператора, який розглядає розгортання нового ядра IMS як частину мережі 5G.

Потік виклику VoNR

Потік виклику (Call Flow) VoNR дуже схожий на виклик в VoLTE. Загальний потік викликів VoNR включає п'ять наступних етапів [12].

1) **Реєстрація NR gNB і 5GC.** UE буде зареєстровано в мережі 5G перед тим, як розпочне процес реєстрації в мережі IMS. Ця процедура підключення NR є загальною для всіх пристроїв 5G, незалежно від того, чи підтримується VoNR пристроєм чи ні.

2) **Встановлення сеансу PDU за замовчуванням.** Після успішного завершення початкового підключення UE розпочне процедуру встановлення сеансу PDU за замовчуванням до AMF. Після встановлення сеансу PDU за замовчуванням користувач 5G зможе використовувати послуги за

замовчуванням, призначені для його підписки, як правило, Інтернет-послуги.

3) **Встановлення сеансу IMS PDU за замовчуванням.** Етапи встановлення сеансу IMS PDU такі ж, як і під час встановлення сеансу PDU за замовчуванням. У встановленні сеансу IMS PDU значення DNN, надане UE, представлятиме мережу IMS. Крім того, якщо UE налаштовано для виявлення адреси P-CSCF під час встановлення з'єднання IMS, тоді UE має включити індикатор того, що воно запитує IP-адресу(и) P-CSCF. Після завершення процедури встановлення сеансу IMS UE буде знати адресу I-CSCF. Після того як UE встановлює шлях між CSCF, тоді UE починає процес реєстрації SIP/IMS.

4) **Реєстрація IMS.** Після того, як UE приєднається до мережі та успішно створено сесію PDU, UE має зареєструватися в мережі IMS. Процедура реєстрації IMS включає автентифікацію IMS та узгодження безпеки між UE та IMS. Процедура реєстрації IMS буде завершена за 2 спроби. Під час першої спроби мережа IMS кине виклик агенту користувача в UE, а під час другої спроби UE буде зареєстровано в мережі IMS. Після реєстрації SIP користувач зможе здійснювати дзвінки через 5G New Radio разом із додатковими послугами. Коли користувач здійснює дзвінки, для мережі IMS буде встановлено спеціальний сеанс PDU. Під час виклику MO/MT сигналізація SIP буде передаватися сеансом PDU за замовчуванням, тоді як справжні пакети голосових/відео даних будуть передаватися через спеціальну секцію (Dedicated section).

5) **Виклик виділеної сесії MO (Mobile Originated)/MT (Mobile Terminated).** Відбуваються процедури та мережні функції, пов'язані з встановленням виклику між двома користувачами, які знаходяться в зоні покриття 5G VoNR і зареєстровані в мережі IMS. Мережі IMS як

Затримки при сценарії виклику МО

Сценарій виклику МО	Затримка налаштування виклику з режиму підключення, с			Затримка налаштування виклику з режиму очікування, с		
	Середнє	Медіана	Режим	Середнє	Медіана	Режим
VoNR	4.02	3.20	2.60	4.64	3.80	3.40
EPSFB	4.96	4.65	4.00	5.17	5.00	4.80

користувача, так і іншого користувача, що викликається, зв'язуються з PCF, щоб ініціювати встановлення виділеного каналу для UE через інтерфейс New Radio. Усі потоки SIP для встановлення виклику між двома користувачами такі самі, як і для встановлення виклику VoLTE.

Потік виклику починається з виявлення 5G NR Cell і виконання реєстрації в 5G gNB і 5GC і встановлення сеансу PDU за замовчуванням з потоком QoS без GBR з 5QI=6-9 з DNN даних (DDN дорівнює APN у 4G LTE).

Після цього UE встановлює стандартний Інтернет-сеанс PDU з IMS DNN з потоком QoS без GBR і 5QI=5. Потім UE виконує процес реєстрації за допомогою IMS через обмін повідомленнями SIP через IMS PDU за замовчуванням і встановлює виклик VoNR MO/MT через виділений сеанс PDU з GBR QoS Flow і 5QI=1. Потік голосового трафіку з протоколом RTP через виділений сеанс PDU, і після завершення перетворення виклик VoNR можна припинити, звільнивши виділений сеанс PDU.

Аналіз продуктивності VoNR можна оцінити через характеристику затримки налаштування виклику МО, яку можна розділити на Delay_1 і Delay_2. Delay_1 називається затримкою доступу до виклику (від MO SIP_Invite до SIP_183_Session_Progress) і визначає затримки обробки IMS між MO та MT, наприклад. MT виконує пейджинговий виклик, MT встановлює виклик IMS або, затримку основного ядра MT для встановлення виділеного каналу. Delay_2 називається затримкою обробки виклику (від SIP_183_Session_Progress до SIP_180_Ringing) і також визначає затримки радіозв'язку, коли в цей період повідомлення радіоінтерфейсу NR у VoNR або LTE у VoLTE передаються між MO UE та мережею на додаток до базової мережі EPS/5GC затримки для налаштування виділеного носія на стороні MO до останнього етапу встановлення виклику між MO та MT на етапі виклику.

В [13] наведені результати досліджень (табл. 1), що представляють загальну затримку встановлення виклику IMS MO (з мобільного зв'язку), яка спостерігається в різних мережах, що включають VoNR і EPSFB (Evolved Packet Switched Fallback). Рішення EPSFB є проміжним, для якого потрібен рівень 4G під системою SA. На високому рівні EPSFB еквівалентний CSFB (Circuit Switched Fallback).

Значення та затримка встановлення виклику можуть відрізнитися від однієї мережі до іншої залежно від фактичного стану мережі (діапазону, пропускну здатності, площі покриття тощо). Тому метою аналізу даних є не порівняння фактичних значень, а розгляд відносних відмінностей. Так для проведення аналізу продуктивності в [13] було оброблено 18000 голосових викликів, але слід зазначити, що розмір вибірки для VoNR, зокрема, менший, ніж для EPSFB, через обмежену доступність комерційного розгортання на момент проведення аналізу.

Затримка встановлення виклику МО обчислюється від SIP_Invite до SIP_180_Ringing, які є повідомленнями протоколу SIP. Аналіз зосереджений на викликах МО, оскільки він також включає затримки виклику MT. Статистичні дані охоплюють різні тестові випадки, і аналіз проводився за всіма сценаріями (мобільність і стаціонарні умови). Як видно із табл. 1 затримки у всіх режимах були меншими тільки при VoNR, а у випадку проміжного рішення EPSFB, коли були задіяні елементи мережі 4-го покоління, затримки були значно вищими, а отже, і продуктивність системи нижчою.

Висновки. Голосові послуги в мережі 5G можуть бути реалізовані за допомогою існуючої мережі IMS шляхом внесення певних змін у функції базової мережі IMS або 5G. Мережі IMS широко використовується, тому впровадження голосових послуг у мережі 5G повинно бути впроваджене без значних труднощів.

Список літератури:

1. Ahmadi S. 5G NR: Architecture, Technology, Implementation, and Operation of 3GPP New Radio Standards. – Academic Press, 2019. -1020 p., ISBN: 978-0-08-102267-2

2. Кравчук С.О. Теорія систем мобільних інфокомунікацій. Системна архітектура [Електронний ресурс]: навч. посіб. за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / С. О. Кравчук; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 18,17 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 683 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53198>
3. Ilchenko M., Kravchuk S. Mobile Infocommunication systems, Information and Telecommunication Sciences, Vol. 11, Number 1, pp. 11-19 (2020), (DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-2976.12020.11-19>)
4. The Mobile Economy 2020: GSM Association (2020), 62 p., https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/03/GSMA_MobileEconomy2020_Global.pdf
5. Vetoshko I., Kravchuk S. Opportunities to Improve the Quality of Voice Services in 5G Networks // 2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), ISBN: 979-8-3503-4848-4, 13-18 November 2023, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo61577.2023.10380376>
6. Vetoshko I.P., Kravchuk S.O. Possibilities of improving the voice services quality in 5G networks // Information and Telecommunication Sciences. – 2023. – Vol.14, No 2. – P. 9-16, <https://doi.org/10.20535/2411-2976.22023.9-16>
7. Attaran M. The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. – Vol. 14: p. 5977–5993 (2023), <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x>
8. Ветошко І.П. Кравчук С.О. Розгортання голосових сервісів у мережах 5G // Grail of Science. – 2023. – № 24. – с. 278–281, <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.02.2023.051>.
9. Li X., Wei M., Xie W. Practical Performance Analyses of 5G Sharing Voice Solution // Electronics. – Vol. 11, p. 2412. (2022), <https://doi.org/10.3390/electronics11152412>
10. Stuhlfauth R. Why voice over 5G relies heavily on LTE, <https://www.rohde-schwarz.com/us/solutions/test-and-measurement/wireless-communication/cellular-standards/white-paper-5g-voice-over-new-radio-vonr-254723.html>
11. Liu D., Wang C., Rasmussen L. Discontinuous Reception for Multiple-Beam Communication // IEEE Access, Vol. 7 (2019), <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2909808>
12. Voice Over 5G. Post // <https://the5gzone.com/index.php/voice-over-5g/>
13. Verma D., Low C. L., El-saidny M. A. 5G NR Voice Solutions Overview and Deployment Guidelines. Network Performance Considerations. MediaTek, 16 p. (2021) // <https://newsletter.mediatek.com/hubfs/MediaTek-5G-Voice-Solutions-Whitepaper-PDF5GNRSWP-0821.pdf>

Vetoshko I.P., Kravchuk S.O. STRUCTURAL FEATURES OF VONR VOICE SERVICES IMPLEMENTATION IN A 5G MOBILE NETWORK

It is found that the development of modern telecommunications technologies encourages mobile operators to modernise their networks and improve the quality of service and customer experience. The 5G architecture has significant differences from its predecessors. It has been determined that the fifth generation mobile communication standard 5G, like 4G, is proposed as the main accelerator for the further expansion of data services with eMBB (Enhanced mobile broadband), URLLC (Ultra-Reliable and Low-Latency Communication) and mMTC (massive machine-type communications) services, but voice and video traffic services remain key for users [1–3]. According to the GSMA [4], the number of voice subscriptions worldwide will increase by 1.2 billion in 2025 compared to 2020. Therefore, mobile network operators need to offer and support an increasing number of voice services. To achieve this, the standards of the 3GPP (3rd Generation Partnership Project), a partnership association of telecommunications groups, specify that a 5G network must provide voice services using a combination of 5G RAN (5G Radio access network), 5GC (5G Core Network) and IMS (IP Multimedia Subsystem). 5G radio technology is known as New Radio (NR), and voice services using 5G RAN, 5G Core and IMS are called VoNR (Voice over New Radio). It has been found that the main and targeted solution for deploying voice services in 5G networks is VoNR, which provides voice, video and IMS-based messaging over 5G radio access.

Although the introduction of 5G networks is gradual and with the adoption of 5GC, voice services can continue to be provided over 4G EPC (Evolved Packet Core) + LTE (Long Term Evolution) networks, and EPS (Evolved Packet System) becomes a backup solution for voice transmission [5–7]. At the same time, it has been established that it is important to correctly integrate the 5G domain into the existing network of a telecommunications service provider. However, only the implementation of the VoNR function in the 5G network will provide the best quality of voice and video communications [8, 9].

Key words: VoNR, 5G, MTSI, 5QI, IMS, EVS, VoLTE, 5GC, 5G NR, IWF, gNB, QoS, New Radio.