

СЕРВІСНІ ПОСЛУГИ АРХІТЕКТУРИ LTE ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МЕРЕЖ

У сучасному світі важливе значення надається технологіям, які окреслюють основні напрями розвитку високошвидкісних мереж, яким властиві особливості: формується попит на нові послуги у споживачів, що приносить доходи; розвиваються нові технології передачі, комутації та обробки інформації які дозволяють ефективно модернізувати такі мережі, істотно підвищивши конкурентоспроможність мобільних операторів. Це можливо досягти за рахунок переходу до мереж LTE, які підтримують широкий спектр інформаційних комунікаційних послуг. Технологія LTE ґрунтується на фундаментальній ідеї розподілу функцій комутації та функцій надання послуг, що дозволяє виконати впровадження глобальної інформаційної інфраструктури, що надає можливість всім користувачам отримати види послуг із високою якістю, належною вартістю у будь-якому місці та у будь-який час.

Щоб забезпечити такі вимоги необхідна більша гнучка архітектура такої транспортної мережі, яка б легко підтримувала швидке введення в дію нових послуг та їх супроводження із визначеною достовірністю на всій глобальній мережі. Тому операторам надання сервісних послуг необхідно впроваджувати більші швидкісні та економічні технології, покращувати надання сервісних послуг, підвищувати просторову ефективність мереж, забезпечуючи збалансований розвиток послуг які надаються користувачам. На сьогодні в Україні є всі можливості для розвитку LTE мереж, хоча доступ до вільних діапазонів частот для реалізації інновацій проблематичний. Сучасна ж LTE технологія дозволить підвищити ефективність, знизити затримки, розширити і вдосконалити сервісні послуги та легко інтегрується в уже існуючі протоколи передачі.

Ключові слова: технологія LTE, сервісні послуги, транспортна мережа, нові технології передачі, інформаційні ресурси, надійність роботи.

Вступ. На сьогодні рівень економічного розвитку визначається ступенем розвитку сучасних інформаційних технологій. Тому важливе значення надається технологіям, які окреслюють основні напрями науково-технічного прогресу. Розвитку високошвидкісних мобільних мереж властива низка особливостей: формується платоспроможний попит на нові

послуги у споживачів, що приносять операторам основні доходи; нові технології передачі, комутації та обробки інформації дозволяють ефективно модернізувати такі мережі, істотно підвищивши конкурентоспроможність мобільних операторів. Це досягається за рахунок переходу до мереж наступного покоління – LTE (Long Term Evolution), які підтримують широкий спектр інформаційних комунікаційних послуг. Оцінка нинішнього стану мобільних мереж України приводить до незаперечного висновку: перспективи визначаються тим, наскільки продумано та зважено будуть використані потенційні можливості наявних традиційних мереж зв'язку [1]. Технологія LTE ґрунтується на фундаментальній ідеї розподілу функцій комутації та функцій надання послуг, що дозволяє виконати впровадження глобальної інформаційної інфраструктури, яка надає можливість користувачам отримати всі види послуг із високою якістю, належною вартістю у будь-якому місці та у будь-який час. Щоб забезпечити такі вимоги необхідна більш гнучка архітектура транспортної мережі, яка б легко підтримувала швидке введення в дію нових послуг та їх супроводження із визначеною достовірністю на всій глобальній мережі.

Постановка задачі. З швидким розвитком технологій та появою нових, більш вдосконалених мобільних пристроїв з'являється необхідність високошвидкісного бездротового Інтернет - з'єднання. Сучасні смартфони і комунікатори, планшети, ноутбуки та інші «розумні» пристрої надають своїм користувачам нові можливості. Завдяки цьому з'являється попит на високошвидкісний зв'язок. Тому оператори мобільного зв'язку починають впроваджувати у свої мережі нові технології, здатні забезпечити абонентам необхідну швидкість з'єднання та якість зв'язку. Однією з таких технологій є LTE. Оператори мобільного зв'язку у всьому світі фіксують різке зростання обсягів переданих даних, яке багато в чому зумовлене популярністю смартфонів і планшетів, що забезпечують зручний доступ до всіх нових додатків та сервісів. Розробляючи моделі розвитку своїх мереж, оператори закладають зростання інформаційного трафіку. Тому операторам необхідно впроваджувати більш швидкісні та економічні технології, покращувати надання сервісних послуг, підвищувати просторову ефективність, забезпечуючи збалансований розвиток цих мереж. Частина операторів мобільного зв'язку Україна ініціює внесення в план використання радіочастотного ресурсу технології наступного покоління стандарту LTE. Оператори вже модернізують існуючі мережі у всіх регіонах до наступного рівня, що дозволяє передавати дані з більшою швидкістю. В Україні є всі можливості для розвитку LTE мереж. Розвиток сервісних послуг високошвидкісних мереж в Україні та впровадження нових радіо технологій завжди було «важким процесом». Адже вільного діапазону частот для реалізації інновацій в нашій країні немає. Відповісти на це питання допоможе LTE технологія яка дозволить підвищити ефективність, знизити затримки, розширити і вдосконалити послуги, що на даний момент уже надаються та інтеграцію в уже існуючі протоколи.

Основна частина. Сучасні системи мобільного зв'язку досить різноманітні за спектром застосувань, що використовується інформаційними технологіями і принципами їх організації. Використаємо загальновідомий наступний набір класифікаційних ознак таких мереж - спосіб керування системою, інакше спосіб об'єднання абонентів; зона обслуговування - радіальна, лінійна, територіальна; спрямованість зв'язку - односторонній або двосторонній зв'язок між абонентом і базовою станцією; вид роботи системи - симплекс і дуплекс; метод розподілу каналів у системі зв'язку, або метод множинного доступу - частотний, тимчасовий або кодовий; спосіб використання частотного ресурсу; категорія абонентів, які обслуговуються системою зв'язку абонентів - професійні абоненти, приватні особи; вид інформації, що передається - мова, кодоване повідомлення тощо. Розглянемо архітектуру системи обслуговування і передавання сервісних послуг у рамках такої системи, для випадку, коли зв'язок здійснюється між кінцевим обладнанням, підключеним до призначеного для користувача мережі, і термінальним обладнанням, розташованим у зовнішній мережі. Тут аналогічно поняттю наскрізного каналу є поняття наскрізної послуги як послідовність дій між двома кінцевими користувачами і частин послуг - по їх відношенню до визначених мережевим складовим. Таким чином, виникає багаторівнева взаємодія при передачі сервісної послуги в

різних мережевих вузлах та на різних рівнях. Передача послуги із мережі LTE розглядається, відповідно до мережевої архітектури, окремо в мережі доступу, де забезпечується конфіденційне передавання призначених для користувача даних або із задалегідь вибраним або встановленим за замовчуванням рівнем якості обслуговування, і у базовій мережі, що також може підтримувати різну якість обслуговування та надання послуг (рис. 1).



Рис. 1. Загальноприйнята архітектура надання сервісної наскрізної послуги

Сервісну послугу в такій мережі реалізують двома частинами: в каналі передачі і в механізмі доступу. Реалізація послуги в каналі містить усі аспекти, що стосуються передавання даних по інтерфейсу, включаючи сегментацію та повторне збирання призначених для користувача інформаційних пакетів. На фізичному рівні здійснюється управління під потоком призначених для користувача даних. Механізм доступу забезпечує на фізичному рівні передавання даних між мережею доступу і базовою мережею. Проходження послуги в "магістральному" каналі розглядається у функціональній сукупності рівнів 1 і 2 та призначених вимог надання послуг обслуговування. Розглянемо основні функції високошвидкісної мережі LTE, що належать до керування послугами, якістю обслуговування в площині користувача. До них відносяться - функція відображення, класифікації, управління ресурсами, узгодження (очищення) трафіку. У площині управління зосереджені функції, необхідні для реалізації механізмів управління і контролю.

Функція управління послугами є координуючою функцією при установці, модифікуванні і керуванні послугами, а також що координує функції керування якістю обслуговування в призначеній для користувача площині. Розглянемо особливості надання послуг у високошвидкісних мережах LTE. Загальна концепція надання сервісних послуг передбачає наявність чотирьох класів якості обслуговування [2]:

- голосовий (розмовний);
- потоковий;
- інтерактивний;
- фоновий.

Головною відмінністю між вище названими класами є чутливість до затримок у мережі: найбільш чутливим є голосова передача, найменш чутливим – фоновий потік. Голосовий і потоковий класи призначені для використання у реальному масштабі часу. Інтерактивний і фоновий класи використовуються для традиційних Інтернет – застосувань. При цьому передача інтерактивного класу має вищий пріоритет, ніж передача фонового класу. Розглянемо особливості послуг різних класів. Найбільш часто використовуваним видом послуг голосового класу передачі є телефонна розмова. В стандартах першого і другого

покоління передача мови здійснювалася за допомогою каналної комутації, а в сучасних системах стільникового зв'язку мова передається пакетним способом. При цьому потік інформації є симетричним. Особливості людського слуху та зору при здійсненні сеансу зв'язку в реальному часі пред'являють досить жорсткі вимоги до якості мовного потоку. Фундаментальними характеристиками в даному випадку є фіксована - мінімальна часова затримка між окремими мовними пакетами в загальному мовному потоці, а також фіксована структура мовних пакетів. Суб'єктивні оцінки сприйняття мови показують, що наскрізна затримка передачі мови не повинна перевищувати 400мс, бо інакше розмова стає практично неможливою і незрозумілою. Існують мережеві послуги різних класів, яким необхідно призначити додаткові атрибути у системі послуг якості обслуговування. Розглянемо деякі параметри сервісних послуг, по яких здійснюється відносна градація користувачів та каналів передачі [2]:

- трафіковий клас (голосовий, потоковий, інтерактивний, фоновий);
- максимальна швидкість передавання даних. Цей параметр визначає максимальне число біт, що доставляються мережею LTE за певні інтервали часу;
- гарантована швидкість передавання даних визначає гарантоване число біт, що доставляються мережею за певні інтервали часу;
- порядок доставки. Параметр, що показує, чи забезпечує наскрізний канал послідовну доставку пакетів даних або ні;
- максимальний розмір (у байтах) пакетів даних, що переносять вміст послуги;
- інформація (у бітах) про формат пакетів даних, що переносять вміст послуги, необхідна в мережі доступу в цілях забезпечення функціонування в прозорому режимі;
- відносний рівень помилок переданих пакетів даних, що переносять вміст послуги;
- залишковий коефіцієнт помилок, що відображає число помилок переданих бітів в доставлених пакетах даних, які переносять вміст послуги;
- можливість доставки спотворених пакетів даних, що переносять вміст послуги. Параметр використовується при ухваленні рішень про пересилку спотворених пакетів даних;
- затримка передавання (мс) визначає допустиме відхилення значення затримки в мережі доступу від загального часу затримки в наскрізному каналі серед 95% значень затримок доставлених пакетів даних впродовж часу існування усієї послуги;
- пріоритет в управлінні трафіком відображає відносну важливість даного потоку даних в порівнянні з іншими потоками передачі;
- призначення (відміна) пріоритету. Використовується для виявлення пріоритетних відмінностей між каналами передавання послуг, коли виконуються операції за призначенням і зняттям каналів в умовах обмеження ресурсів;
- статистичний дескриптор джерела. Розмовна мова має добре відомі статистичні параметри;
- індикатор службової інформації, визначений тільки для послуг інтерактивного класу, показує природу інформації в прийнятих пакетах. Цей параметр є додатковим в системі якості обслуговування.
- виділене призначення (відміна пріоритету) - «посилений» параметр призначення або відміни пріоритету, що містить збільшений діапазон рівнів пріоритету, а також додаткову інформацію про можливість додаткового зайняття каналу та додаткової міри захищеності.

Деякі параметри взаємно суперечливі, наприклад, затримка і рівень помилок в прийнятих пакетах, тобто надійність. Так, при передаванні голосового потоку даних наскрізна затримка не повинна перевищувати 150мс при допустимій втраті інформаційних пакетів не більше 3%. Якщо розглядати поточкову передачу, то в цьому випадку допустимі втрати інформаційних пакетів не перевищують 1%, а для інтерактивного потоку даних втрати інформаційних пакетів взагалі недопустимі. Послуги для інтерактивного потоку даних (як і

послуги фонового потоку даних) передаються у режимі з підтвердженням, і необхідність повторної передачі прийнятих з помилками пакетів не дає змогу виміряти величину затримки.

Технологія LTE є логічним продовженням і вдосконаленням мереж 3G. Технологія здатна забезпечувати стрибкоподібне підвищення передачі даних в сучасних мобільних мережах. При впровадженні LTE швидкість передачі може бути забезпечена до 326Мбіт/с або вище від базової станції для користувача, у зворотному напрямку вже до 172Мбіт/с. З урахуванням можливостей, які забезпечує сучасне LTE обладнання, інтерес до них з боку операторів виглядає цілком логічним. Розгортання LTE – мереж сьогодні виявляється більш вигідним та доцільним. Завдяки впровадженню у своїй практиці інноваційної технології LTE, оператори отримують можливість істотного зниження операційних та капітальних витрат, скорочення сукупної вартості володіння мережею, розширення спектру послуг, які відносяться до передачі даних за допомогою високошвидкісних каналів. Важливо таке поліпшення і для самих абонентів – адже завдяки значному підвищенню швидкості передачі інформації вдається значно поліпшувати загальну якість запропонованих послуг.

Основні можливості використання технології LTE – можливість для ноутбуків високошвидкісного доступу в Інтернет, можливість мобільного телебачення та відео спілкування для мобільних телефонів, можливість брати участь в інтерактивних іграх, оперативно завантажуючи супутникові карти місцевості, переглядати інтерактивний відео контент для комунікаторів і смартфонів. На відміну від інших стандартів мобільного зв'язку LTE не прив'язаний до якогось конкретного діапазону частот. На даний момент розробниками 3GPP виділено близько 40 діапазонів, для яких виробники випускають стандартне устаткування LTE. Тут використовуються частоти, які раніше використовувались під інші стандарти (наприклад, 900, 1800 (GSM), 2100 (UMTS), 2500 (Wi-MAX) і «нові» частоти - 700-800МГц. Не всі із можливих діапазонів знайдуть широке поширення, тим більше, що велику кількість діапазонів важко реалізувати в одному абонентському пристрої, бо це проблема для забезпечення глобального роумінгу. Зона покриття однієї базової станції в LTE залежить від використовуваного діапазону частот, і чим він нижче, тим на більшу відстань можна передати сигнал. Розгортання таких мереж в низькочастотній області спектру більш привабливо з точки зору витрат і підходить для покриття районів із низькою щільністю населення. В умовах міської забудови радіус доступу може бути від декількох сотень метрів до декількох кілометрів. У густонаселених районах використання високих частот для LTE вимагатиме додаткових заходів для поліпшення покриття всередині приміщень. Найбільш оптимальними частотами для мереж на базі LTE є:

- 800 МГц – частоти оптимальні у плані витрат на забезпечення суцільного покриття і обладнання випускається провідними виробниками обладнання під LTE;
- 1800 МГц – частоти які будуть звільнятися по мірі зменшення кількості GSM діапазону, оптимальний з точки зору забезпечення у мережі балансу між ємністю і покриттям;
- 2,5 ГГц – оптимальні частоти при забезпеченні ємності мережі і обладнання також випускається всіма провідними виробниками.

Вибір оптимального діапазону для розвитку LTE – завдання досить складне. У нижніх діапазонах, де все добре з покриттям проте є проблема знайти смугу достатньої ширини для LTE. У верхніх діапазонах добре із частотним ресурсом, але базові станції потрібно ставити через кожні 400-500 метрів, що економічно не вигідно. Архітектура мережі LTE розроблена таким чином, щоб забезпечити підтримку пакетного потоку передачі з так званої «гладкою» мобільністю, мінімальними затримками доставки пакетів та високими показниками якості обслуговування. Мобільність як функція мережі забезпечується двома її видами: дискретною мобільністю (роумінгом) та безперервною мобільністю (хэндовером). По скільки мережі LTE повинні підтримувати процедури роумінгу і хэндовера із усіма існуючими мережами, для LTE-абонентів повинно забезпечуватися широке покриття послуг бездротового широкосмугового доступу. Пакетна передача дозволяє забезпечити всі сервісні послуги, включаючи передачу користувальницького голосового потоку даних. На відміну від більшості мереж попередніх поколінь, у яких спостерігається досить висока різнотипність та

ієрархічність мережевих вузлів, архітектуру мереж LTE називають «плоскою», поскільки практично вся мережева взаємодія відбувається між двома вузлами: базовою станцією, яка в технічних специфікаціях називається В-вузол (Node-B) і блоком управління мобільністю, який, як правило, включає мережевий шлюз (Gateway), тобто мають місце комбіновані блоки.

Блок управління мобільністю працює тільки зі службовою інформацією – так званою мережевою сигналізацією, так що IP-пакети, що містять інформацію, через нього не проходять. Перевага наявності такого окремого блоку сигналізації в тому, що пропускну здатність мережі можна незалежно нарощувати як для користувача потоку даних, так і для службової інформації. Головною функцією блоку управління мобільністю є управління клієнтськими терміналами, що знаходяться в режимі очікування. Серед всіх мережевих шлюзів окремо виділені два: обслуговуючий шлюз (Serving Gateway) та шлюз пакетної мережі (Packet Data Network Gateway). Обслуговуючий шлюз функціонує як блок управління локальною мобільністю, приймає та пересилає пакети даних. Пакетний шлюз є інтерфейсом між набором станцій і різними зовнішніми мережами, а також виконує деякі функції IP-мереж. Сюди відносяться розподіл адрес, забезпечення користувальницьких політик, маршрутизація, фільтрація пакетів тощо. В основу принципів побудови мережі LTE покладено поділ двох основних аспектів: фізичної реалізації окремих мережних блоків і формування функціональних зв'язків між ними. Завдання фізичної реалізації вирішуються, виходячи із концепції області, а функціональні зв'язки розглядаються в межах шару.

Первинним розподілом на фізичному рівні є поділ архітектури мережі LTE на область користувацького обладнання і область мережевої інфраструктури. Кероване обладнання – це сукупність терміналів користувачів з різними рівнями функціональних можливостей, які використовуються мережевими абонентами для доступу до LTE-послуг. При цьому у якості користувацького терміналу може фігурувати як реальний абонент, який користується, наприклад, послугами голосового потоку даних, так і знеособлений пристрій, призначений для передачі-прийому певних мережевих користувацьких додатків. Для LTE було виділено кілька десятків різних частотних діапазонів, а також розроблено дві різні системи дуплексу, яка дозволяє одночасну передачу даних в прямому і зворотному каналах.

Найбільш поширені мережі LTE із частотним розділенням, при якому для прямого та зворотного каналу використовуються різні смуги частот - передача відбувається на одній частоті, а прийом – на іншій. Перевага даної технології полягає у симетричності каналу зв'язку - швидкість передачі даних від абонента, так і до абонента може бути однаково високою. Хоча це вважають недоліком - більшість абонентів в основному завантажують дані із мережі LTE, тому більша швидкість у зворотному каналі їм не завжди потрібна. При цьому для будівництва частотної мережі LTE потрібно знайти парні частоти, і значна частина дефіцитного частотного ресурсу буде використовуватися неефективно (простоявати).

Другий тип мережі LTE використовує тимчасовий поділ на прийом і передачу, які ведуться на одних і тих же частотах, але поперемінно - сеанс передачі ділиться на часові проміжки, і одні з них використовуються для передачі, а інші для прийому. Тривалість часових проміжків вимірюється мілісекундами, тому із точки зору користувача передача даних виглядає одночасно. Головна перевага таких мереж полягає в тому, що оператор може управляти співвідношенням часових проміжків, виділених на прийом і передачу та таким чином повністю використовувати частотний ресурс. При цьому для передачі даних потрібно вдвічі менша смуга частот та не потрібно шукати парні частоти.

Продуктивність мережі LTE із частотним розділенням трохи краще, проте далеко не завжди можливо знайти два парних канали. Тому у випадку непарних частот мережі LTE другого типу є найбільш відповідною технологією доступу. На сьогоднішній день більшість LTE операторів запустили мережі в стандарті із частотним розділенням, проте інтерес до часового поділу зростає.

Оскільки деякі параметри сервісних послуг архітектури LTE для високошвидкісних мереж взаємно суперечливі, наприклад, затримка і рівень помилок в прийнятих пакетах, розглянемо надійність надання послуг користувачам мережі.

Надійність для сервісних послуг архітектури LTE для високошвидкісних мереж можливо оцінити за допомогою співвідношення [2]:

$$P_s(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t), \quad (1)$$

де $P_s(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи мережі;

$P_i(t)$ – ймовірність безвідмовного надання замовлених сервісних послуг. Якщо

$$P_i(t) = \exp(-\lambda_i t), \text{ то} \quad (2)$$

$$P_s(t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right). \quad (3)$$

Тут λ_i – параметр, який характеризує умовну ймовірність того, що послуга буде надана в інтервалі $(t, t + \Delta t)$ при умові, що вона надавалась раніше. Відмова у наданні послуги – подія, яка полягає у втраті мережею здатності виконувати потрібну функцію, тобто у порушенні працездатного стану такої системи. «Відмова у наданні сервісної послуги» є подія, на відміну від «несправності мережі», що є станом та причиною відмови у наданні послуги. Надійність є комплексною властивістю, що залежно від призначення об'єкта і умов його застосування, може містити в собі безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереження чи певні поєднання цих властивостей.

Для мереж LTE функція готовності надання послуг визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу мережа готова до дії. Функція готовності $F(t)$ відображає ймовірність того, що в довільний момент часу $t(0 \leq t \leq T)$ мережа готова до виконання своїх функціональних дій. $F(t)$ визначається сумою ймовірностей відповідних дій.

Коефіцієнт готовності мережі LTE – це ймовірність того, що мережа виявиться працездатною у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких робота за призначенням не передбачено. Ймовірність того, що на певному інтервалі закінчиться останнє, $n - e$ відновлення і мережа LTE зможе ефективно виконувати свої функції протягом наступного проміжку часу $t - \tau$, визначається співвідношенням:

$$P_s = q(\tau) \cdot P(t - \tau) d\tau, \quad (5)$$

де $q(\tau)$ – густина розподілу часу до появи $l - go$ відновлення (відповідний час визначається сумою $\sum_{i=1}^l t_i$). Просумувавши вираз по всіх l , отримаємо:

$$\sum_{n=1}^{\infty} q_n(\tau) d\tau \cdot P(t - \tau) = \omega_n(\tau) d\tau \cdot P(t - \tau), \quad (6)$$

де $\omega_n(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty} q_n(\tau)$ – параметр потоку відновлень мережі.

Інтегруючи вираз за часом τ від 0 до t , знаходимо ймовірність P_M наступного періоду (збереження ефективної роботи мережі LTE):

$$P_M(t) = \int_0^t P(t - \tau) \cdot \omega_n(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Періоду збереження ефективної роботи мережі LTE відповідає коефіцієнт збереження ефективності – значення показника ефективності використання по призначенню за певну тривалість експлуатації.

Висновки. На основі досліджень розвитку технологій та мобільних пристроїв з'являється необхідність у використанні високошвидкісного бездротового Інтернет - з'єднання. Сучасні «розумні» пристрої надають своїм користувачам нові можливості. Оператори мобільного зв'язку фіксують різке зростання обсягів переданих даних, яке багато в чому зумовлене популярністю сучасних мобільних пристроїв, що забезпечують зручний доступ до всіх нових додатків та сервісів. Тому оператори впроваджують більш швидкісні та економічні технології, покращують надання сервісних послуг, підвищують просторову ефективність, забезпечуючи збалансований розвиток мереж LTE. Оператори активно модернізують існуючі мережі до наступного рівня, що дозволяє передавати дані із більшою швидкістю. Таким чином, можна зробити висновок про те, що розвиток сервісних послуг високошвидкісних мереж в Україні проходить не так швидко як хотілось би, проте LTE технологія дозволить підвищити ефективність, знизити затримки, розширити і вдосконалити послуги, що на даний момент уже надаються та покращити інтеграцію в уже існуючі протоколи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ткаченко В. В. Вітчизняні перспективи розвитку технології LTE / В. В. Ткаченко, І. О. Дударчук, К. В. Дружиніна // Проблеми навігації та управління рухом : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів; м. Київ, 23–24 листопада 2010 р. : тези доповідей / ред-кол. : М.С. Кулик та ін. – К. : НАУ, 2010. – С. 105.
2. Тихвинский В. О. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. – М. : Эко-Трендз, 2010. – 284 с.: илл.

REFERENCES:

1. V. Tkachenko Domestic perspectives of technology LTE / V. Tkachenko , I. Dudarchuk , K. Druzhynina, Issues Navigation and Motion Control: National Scientific Conference of young scientists and students, Kyiv, 23-24 November 2010: abstracts/redkol: MS Kulik et al., K.: NAU, 2010, P 105.
2. Tikhvinskiy V. O. mobile Network LTE: technology and architecture / V. O. Tihvin-cue, S. V. Terent'ev, A. B. Yurchuk. – M. : Eco-Trendz, 2010. – 284 p.: ill.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Селюков О.В., заступник директора ТОВ «Укрспецконсалтинг».

**к.т.н. Хмельницький Ю.В., Гунченко С.Ю., Ленков А.С., Яковлев Д.П.
СЕРВИСНЫЕ УСЛУГИ АРХИТЕКТУРЫ LTE ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СЕТЕЙ**

В современном мире важное значение придается технологиям, которые определяют основные направления развития высокоскоростных сетей, которым присущи особенности: формируется спрос на новые услуги у потребителей, приносящей доходы; развиваются новые технологии передачи, коммутации и обработки информации, которые позволяют эффективно модернизировать такие сети, существенно повысив конкурентоспособность мобильных операторов. Это возможно достичь за счет перехода к сетям LTE, которые поддерживают широкий спектр информационных коммуникационных услуг. Технология LTE основывается на фундаментальной идее разделения функций коммутации и функций предоставления услуг, что позволяет выполнить внедрение глобальной информационной инфраструктуры, которая предоставляет возможность всем пользователям получить виды услуг с высоким качеством, надлежащей стоимостью в любом месте и в любое время.

Чтобы обеспечить такие требования необходима более гибкая архитектура такой транспортной сети, которая бы легко поддерживала быстрый ввод в действие новых услуг и их сопровождение с определенной достоверностью по всей глобальной сети. Поэтому операторам предоставление сервисных услуг необходимо внедрять более скоростные и экономичные технологии, улучшать предоставление сервисных услуг, повышать пространственную эффективность сетей, обеспечивая сбалансированное развитие услуг, которые предоставляются пользователям. На сегодня в Украине есть все возможности для развития сетей LTE, хотя доступ к свободным диапазонам частот для реализации инноваций проблематичен. Современная же технология LTE позволит повысить эффективность, снизить задержки, расширить и

усовершенствовать сервисные услуги и легко интегрируется в уже существующие протоколы передачи.

Ключевые слова: технология LTE, сервисные услуги, транспортная сеть, новые технологии передачи, информационные ресурсы, надежность работы.

**Ph.D. Khmelnitsky Yu.V., Hunchenko S.Yu., Lenkov A.S., Obertyuk I.V.
SERVICE ARCHITECTURE FOR HIGH-SPEED LTE NETWORKS**

In the modern world important technologies that define the main directions of development of high-speed networks that are characterized by features: is the demand for new services in consumer income; develop new transmission technology, switching and information processing, which can effectively upgrade these networks, greatly increasing the competitiveness of the mobile operators. This is possible due to the transition to LTE networks that support a wide range of information communication services. Technology of LTE is based on fundamental idea of distribution of functions of commutation and functions of grant of services, which allows executing introduction of global informative infrastructure that gives possibility to all users to get the types of services with high quality, by the proper cost in any place and at any time.

To provide such requirements more flexible architecture of such transport network, that easily would support rapid introduction in an action of new services and their accompaniment with certain authenticity on all global network, is needed. It is therefore necessary to inculcate more speed and economic technologies the operators of grant of service services, improve the grant of service services, promote spatial efficiency of networks, providing the balanced development of services that get to the users. For today in Ukraine there are all possibilities for development of LTE of networks, although access to the free ranges of frequencies for realization of innovations problematic. The modern LTE technology will improve efficiency, reduce delays, expand, perfect services and easily integrates with existing transfer protocols.

Keywords: LTE, services, transport network, new technology transfer, information resources, reliable performance.

