

## **МЕТОДИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 4G ТА 5G З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ**

**Сколець С.С., Кравчук С.О.**

*Навчально-науковий інститут телекомунікаційних  
систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна  
E-mail: serskols@gmail.com, sakravchuk@ukr.net*

### **METHODS OF VIRTUALIZATION OF 4G AND 5G MOBILE NETWORKS AIMED AT IMPROVING SERVICE QUALITY**

The rapid growth of wireless mobile traffic demands effective solutions for 4G/5G networks. Utilizing virtualization technologies and innovative approaches such as NFV, SDR, and SDN can improve service quality and reduce costs. It is crucial to consider QoS when deploying virtualized environments in the 4/5G network.

Мета роботи полягає у вивченні та аналізі різних методів віртуалізації мобільних мереж 4G/5G з огляду на їхній потенціал у покращенні якості обслуговування. Визначення ключових проблем та викликів, пов'язаних з віртуалізацією мережевих елементів у контексті 4G/5G мобільних мереж. Робота спрямована на опис рекомендацій та розуміння стратегій, які дозволять ефективно впровадити віртуалізовані середовища в мережі 4/5G з метою забезпечення оптимальної якості обслуговування для кінцевих користувачів.

Мобільний бездротовий трафік стрімко зріс завдяки широкому поширенню мобільних пристроїв. Від традиційного голосового зв'язку до соціальних мереж та електронної комерції, застосунки розвиваються швидко, що призводить до експоненційного збільшення кількості пристроїв та швидкості передачі даних. Проте мобільні мережі 4G не відповідають очікуванням, які були передбачені до 2020 року. Для досягнення покращень у пропускній здатності бездротових мереж, важливо шукати інноваційні та оптимізовані підходи до мережевих схем та інфраструктури.

Бездротові мережі 4G/5G мають неоднорідність через різноманітні технології доступу. Оператори мереж вимагають від постачальників обладнання рентабельних та енергоефективних рішень. Існують нові підходи, такі як віртуалізація мережевих функцій (NFV), програмно визначене радіо (SDR) і програмно визначена мережа (SDN).

NFV використовує віртуалізацію для консолідації мережевого обладнання на стандартних серверах і знижує витрати на обладнання та експлуатацію мережі. SDR дозволяє переналаштування радіо через програмне забезпечення і може бути використаний для швидкого розвитку бездротових стандартів. SDN дозволяє просте програмне керування мережевими ресурсами.

Досліджується можливість інтеграції NFV з SDR/SDN для мобільних

мереж 4G/5G з метою зниження витрат та підвищення відкритості та мультиорендування. Робота спрямована на інтелектуалізацію, економію та продуктивність мережі.

Рисунок 1 ілюструє гібридну архітектуру NFV, SDR і SDN. Завдяки технології NFV оператори можуть створювати наскрізну мережеву інфраструктуру за допомогою стандартної технології ІТ-віртуалізації. Цього можна досягти, реалізуючи мережеві функції за допомогою програмного забезпечення. Простіше представити або протестувати нову мережеву функцію, встановивши або оновивши пакет програмного забезпечення, що виконується серверами. Програмно визначене радіо, яке також називається програмним радіо (SR), стосується бездротового зв'язку, де модуляція передавача генерується або визначається комп'ютером. Приймач може використовувати комп'ютер для інтелектуального відновлення сигналу. SDR усуває недоліки апаратного забезпечення та допомагає розділити функції керування та функції обслуговування. Пристрої SDR забезпечують підтримку пристроїв і функцій для архітектури NFV, тоді як NFV забезпечує підтримку інфраструктури для SDN.

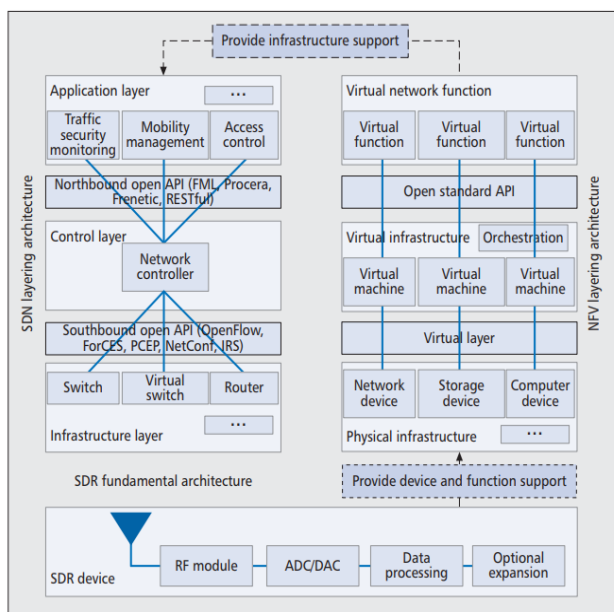


Рис.1. Архітектура NFV, SDR та SDN.

Архітектурна структура NFV зосереджена на функціональних можливостях, необхідних для віртуалізації та подальшої роботи мережі оператора.

SDR — це система радіозв'язку, у якій компоненти, зазвичай реалізовані в апаратному забезпеченні, замість цього реалізуються програмним забезпеченням на персональному комп'ютері або вбудованій системі. Технологія SDR забезпечує гнучкість і економічну ефективність, необхідні для просування комунікацій. Функції бездротового зв'язку досягаються шляхом завантаження програмного забезпечення, що пропонує різноманітні послуги радіозв'язку.

SDN: мережевий контроль у SDN відокремлений від пересилання та

NFV використовує стандартну ІТ-технологію віртуалізації для об'єднання різних типів мережевого обладнання на стандартних серверах, комутаторах і пристроях зберігання даних, що розташовані у центрах обробки даних, мережевих вузлах та в приміщеннях кінцевих користувачів. Він дозволяє розгортати та управляти мережевими та інфраструктурними послугами за допомогою програмного пакету, який працює у віртуальних машинах. NFV може бути швидко налаштованим та виведеним з експлуатації з мінімальними зусиллями.

безпосередньо програмований, що дає змогу абстрагувати базову інфраструктуру для додатків і мережевих служб і розглядати мережу як логічну або віртуальну сутність. Архітектура SDN показана в лівій частині рис. 1. Мережевий інтелект централізовано в програмних контролерах SDN. Завдяки SDN підприємства та оператори отримують незалежний від постачальника контроль над усією мережею з єдиної логічної точки, оскільки їм більше не потрібно розуміти й обробляти тисячі стандартів протоколів, а лише приймати інструкції від контролерів SDN.

Забезпечення високої якості обслуговування в мобільних мережах 4G та 5G вимагає комплексного підходу до керування різноманітними параметрами, що впливають на ефективність мережі. Одним з ключових параметрів забезпечення QoS є:

а) Швидкість передачі даних (Bitrate): Визначає граничну мінімальну ширину каналу для передачі даних і залежить від пропускної здатності мережі. Пропускна здатність, в свою чергу, визначається як кількість інформації, яку система може передавати або обробляти протягом певного часу.

б) Затримка (Delay): Затримка в процесі відправлення та прийому пакетів даних є критичним фактором для забезпечення високої якості послуг, особливо в реальному часі. Затримка вказується в мілісекундах і повинна бути мінімальною для забезпечення ефективної комунікації.

в) Втрати пакетів (Packet loss): Число втрачених пакетів вказує на ефективність передачі даних у мережі. Мінімізація втрат пакетів є важливим аспектом забезпечення надійності та стабільності мережі.

г) Рівень бітових помилок: Помилки в передачі даних, вимірювані у відношенні до кількості переданих бітів (BER), впливають на якість обслуговування і продуктивність мережі.

д) Джиттер: Зміна затримки або затримка отримання пакетів, відома як джиттер, може впливати на якість послуг, особливо для трафіку реального часу. Мінімізація джиттеру важлива для забезпечення стабільної та надійної передачі даних у мережі.

### Література

1. "Software-Defined Networking: A Perspective from Within a Service Provider Environment," Бер. 2014.
2. L. R. Battula, "Network Security Function Virtualization (NSFV) Towards Cloud Computing with NFV Over Openflow Infrastructure: Challenges and Novel Approaches" IEEE ICACCI, Вер. 2014, 1622–28 с.
3. M. Sadiku and C. Akujobi, "Software-Defined Radio: A Brief Overview," IEEE Potentials, vol. 23, no. 4, Жов./Лис. 2004, 14–15 с.
4. N. Akkari, N. Dimitriou, "Mobility Management Solutions for 5G Networks: Architecture and Services," Computer Networks, 2020.
5. S. Sun, Y. Ju, and Y. Yamao, "Overlay Cognitive Radio OFDM System for 4G Cellular Networks," IEEE Wireless Commun., 2013.