

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНАЧЕНЬ QoS В МЕРЕЖАХ 5G З УРАХУВАННЯМ ТИПУ ТРАФІКУ, ЩО ПЕРЕДАЄТЬСЯ

Правило В.В., Шумський Б.С.

Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем

КІІІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: v.v.pravylo@ukr.net, shumskiy.bohdan@iit.kpi.ua

WAYS TO IMPROVE QOS IN 5G NETWORKS BASED ON THE TYPE OF TRAFFIC BEING TRANSMITTED

The paper examines the main ways to improve the quality of service (QoS) in fifth-generation (5G) networks, taking into account the type of transmitted traffic. Modern technologies that provide effective resource management and adaptive traffic management based on artificial intelligence are analyzed. Particular attention is paid to ensuring QoS for different categories of users.

Мережі п'ятого покоління (5G) є значним кроком уперед у розвитку бездротових комунікаційних технологій, забезпечуючи суттєве підвищення швидкості передавання даних, зменшення затримок та підтримку великої кількості одночасно підключених пристроїв. Однією з головних переваг 5G є можливість адаптації до різних типів трафіку, що передається мережею, забезпечуючи необхідний рівень якості обслуговування (QoS). Різні типи трафіку, такі як потокове відео, голосовий зв'язок, обмін даними між IoT-пристроями або управління критично важливими системами, мають суттєві відмінності у вимогах до пропускної здатності, затримки та надійності. Саме тому для ефективного функціонування мережі необхідно впроваджувати інноваційні підходи до керування ресурсами та оптимізації трафіку[1][2].

Одним з ключових механізмів підвищення якості обслуговування у 5G є мережна сегментація (Network Slicing) (Рис.1), яка дозволяє створювати віртуальні підмережі, оптимізовані для конкретного сценарію використання. Це дає змогу забезпечити високу пропускну здатність для мультимедійного контенту (eMBB), наднизьку затримку для критично важливих застосунків (URLLC) та підтримку великої кількості пристроїв з мінімальним енергоспоживанням у сфері Інтернету речей (mMTC) [3]. Завдяки такій гнучкості оператори можуть ефективніше розподіляти ресурси мережі та підвищувати рівень QoS для кожного користувача відповідно до його потреб.

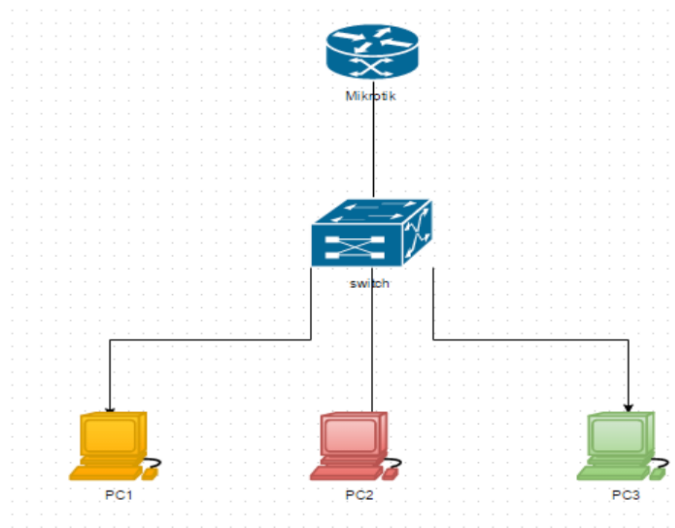


Рис.1. Приклад мережної сегментації.

Ще одним важливим підходом є оптимізація використання радіоресурсів та адаптивне управління трафіком. У 5G застосовуються алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту, які аналізують навантаження мережі та динамічно налаштовують параметри передавання даних [4]. Це включає адаптивне масштабування ширини каналу, зміну модуляції та кодування залежно від якості радіоканалу, а також пріоритетний розподіл частотних ресурсів. Такі методи дозволяють забезпечити стабільну роботу мережі навіть у пікові періоди навантаження.

Технологія Multi-Access Edge Computing (MEC) відіграє значну роль у зменшенні затримок та покращенні QoS у 5G. Вона дозволяє переносити обчислювальні потужності ближче до кінцевого користувача, що суттєво скорочує час передачі даних та знижує навантаження на центральну частину мережі [1]. Це особливо важливо для застосувань, які потребують миттєвого реагування, таких як автономний транспорт, дистанційна хірургія, розширена реальність та автоматизовані виробничі процеси. Використання MEC також підвищує ефективність потокового передавання мультимедійного контенту за рахунок локального кешування популярних файлів та зменшення навантаження на магістральні канали передачі даних.

Забезпечення якості обслуговування в 5G також передбачає впровадження спеціалізованих механізмів для різних типів трафіку. Для відео- та аудіострімінгу використовуються адаптивні алгоритми потокового передавання, які регулюють бітрейт залежно від умов мережі, що дозволяє мінімізувати буферизацію та втрати кадрів. Для критично важливих комунікацій, таких як промислові мережі або транспортні системи V2X, застосовуються жорсткі гарантії затримок та механізми резервування каналів зв'язку. У сфері IoT, де основна увага приділяється низькому енергоспоживанню та ефективному використанню частотного ресурсу, використовуються такі технології, як NB-IoT та LTE-M, що дозволяють підключати мільйони пристроїв з мінімальним використанням смуги пропускання [5].

Окрему увагу слід приділити питанням безпеки, які безпосередньо впливають на якість обслуговування у мережах 5G. Використання розширених методів шифрування та автентифікації допомагає запобігати несанкціонованому доступу до трафіку користувачів. Впровадження блокчейн-рішень забезпечує додатковий рівень довіри та цілісності переданих даних. Крім того, застосування технологій аналізу мережевого трафіку на основі штучного інтелекту дозволяє виявляти та запобігати DDoS-атакам та іншим загрозам кібербезпеки, які можуть суттєво впливати на продуктивність мережі. [4]

Висновки. Підвищення якості обслуговування у мережах 5G є багатогранним завданням, що потребує комплексного підходу до управління ресурсами, адаптації до типу трафіку та використання передових технологій. Впровадження мережної сегментації дозволяє диференційовано підходити до обслуговування різних категорій користувачів, забезпечуючи відповідний рівень продуктивності для кожного з них. Оптимізація радіоресурсів та використання інтелектуальних алгоритмів керування трафіком сприяють ефективному розподілу пропускної здатності та мінімізації затримок. Застосування технології МЕС дозволяє зменшити навантаження на основну мережу та забезпечити високу швидкість доступу до даних.

Інтеграція спеціалізованих рішень для обслуговування різних типів трафіку сприяє підвищенню якості користувацького досвіду та стабільності роботи мережі. Водночас питання кібербезпеки залишаються пріоритетними, оскільки загрози інформаційної безпеки можуть безпосередньо впливати на надійність та працездатність мережевої інфраструктури. Подальші дослідження у сфері QoS у 5G можуть бути спрямовані на розширення можливостей самонавчальних систем управління трафіком, інтеграцію з технологіями 6G та розвиток нових підходів до забезпечення інформаційної безпеки у бездротових мережах.

Література

1. Dahlman E., Parkvall S., Skold J. "5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology." Academic Press, 2020. [ericsson.com].
2. Andrews J. G., Buzzi S., Choi W. та ін. "What Will 5G Be?" // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2014. [arxiv.org ; researchers.mq.edu.au].
3. ITU-R M.2083-0. "IMT Vision – Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond." [https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I].
4. Zhang S., Wang S., Xu H., Liu H. "5G: Towards Energy-Efficient, Low-Latency and High-Reliable Communications Networks" // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2019. [https://ieeexplore.ieee.org/document/8377403].
5. Cisco Annual Internet Report (2018–2023) // Cisco Systems, 2020. [https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/index.html].