

*Дармограй Я.М., магістрант
Ципоренко В.Г., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНО КЕРОВАНИХ ПРОТОКОЛІВ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ

У сучасному світі мобільні комунікації відіграють ключову роль у забезпеченні зв'язку в умовах відсутності стаціонарної інфраструктури. Мобільні *ad hoc* мережі (MANET) дозволяють пристроям самоорганізовуватися та обмінюватися даними без централізованого управління. Такі мережі застосовують для військових операцій, екстрених служб до систем розумного транспорту та інтернету речей.

Проведений аналіз показав, що існуючі протоколи маршрутизації для мобільних мереж мають ряд суттєвих недоліків. Проактивні протоколи (DSDV, OLSR) підтримують постійну інформацію про маршрути, що призводить до високого споживання мережевих ресурсів та енергії, особливо у великих мережах з мінливою топологією. Реактивні протоколи (AODV, DSR) створюють значні затримки при встановленні з'єднання через необхідність пошуку маршруту за запитом. Традиційні одношляхові підходи не використовують потенціал багатоінтерфейсних мобільних пристроїв для агрегації пропускної здатності [1].

В роботі виконано дослідження швидкодіючих методів керування передачею даних, які поєднують алгоритми контролю перевантажень мережі та динамічне керування протоколами передачі, що мінімізує затримки в чергах і підвищує пропускну здатність мобільних мереж. В результаті система забезпечує динамічне виявлення множинних шляхів між вузлами, оптимальне балансування навантаження між ними з урахуванням поточних умов мережі, безперервність з'єднання при мобільності вузлів та оптимізацію використання енергетичних ресурсів мобільних пристроїв.

Виконано дослідження методів інтеграції технології Multipath TCP (MPTCP) та реактивних протоколів маршрутизації для підвищення ефективності передачі даних у мобільних мережах. Показано, що для моніторингу роботи мобільних мереж доцільно контролювати швидкість передачі даних, затримки, надійність з'єднання, енергоефективність та масштабованість. В результаті за допомогою технології MPTCP отримуємо можливість одночасного використання кількох мережевих інтерфейсів (LTE, 5G) із вбудованими механізмами контролю перевантаження та відновлення після помилок, рис.1.

Технологія MPTCP передбачає створення множинних підпотоків TCP, які працюють незалежно, забезпечуючи безперервність з'єднання при переміщенні між точками доступу. Тому доцільно в MPTCP використовувати алгоритми планування пакетів (Default Scheduler, BLEST, Redundant Scheduler), які дозволяють оптимально розподіляти трафік між доступними шляхами з урахуванням їх характеристик (RTT, пропускна здатність, завантаженість). Приймачі MPTCP завдяки методам контролю перевантаження LIA та OLIA забезпечать коректність та ефективне балансування навантаження [2].

В результаті показано, що інтеграція протоколів MPTCP з AODV дозволяє швидко знаходити альтернативні шляхи при зміні топології, а використання множинних маршрутів підвищує загальну пропускну здатність з'єднання. Таким чином, забезпечуються динамічні з'єднання з підвищеною стійкістю до відмов окремих каналів та підвищення загальної ефективності роботи мережі.

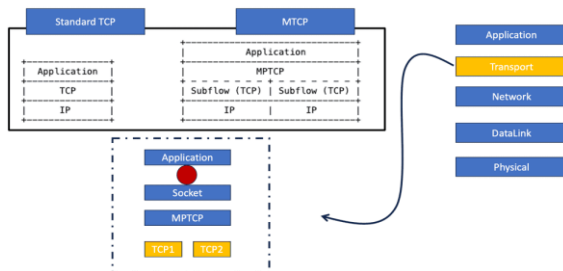


Рисунок 1 – Архітектура MPTCP-з'єднання

Виконано моделювання, тестування та дослідження ефективності мереж мобільного зв'язку з динамічним керуванням протоколів на основі використання емуляторів мереж (ns-3, Mininet, OMNeT++). Результати досліджень підтвердили ефективність запропонованих методів.

Список використаних джерел:

1. Ford, A.; Raiciu, C.; Handley, M.; Barre, S.; Iyengar, J. Architectural Guidelines for Multipath TCP Development. 2070-1721. 2011. Режим доступу: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc6182>
2. Wu, H.; Ferlin, S.; Caso, G.; Alay, П.; Brunstrom, A. A. Survey on Multipath Transport Protocols Towards 5G Access Traffic Steering, Switching and Splitting. IEEE Access 2021, 9, 164417–164439. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9645537>