

ВІДГУК
офіційного опонента
СТЕПАНОВА Михайла Миколайовича,
на дисертаційну роботу Табора Дениса Івановича на тему:
«Методи і модель підвищення ефективності передавання багатоканальним
пристроєм в мережах стандарту IEEE 802.11be»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми

На сьогодні спостерігається вичерпання класичних екстенсивних методів підвищення швидкості мереж Wi-Fi, за яких продуктивність нарощувалася за рахунок розширення смуг та ускладнення модуляції. Перехід до стандарту IEEE 802.11be (Wi-Fi 7) і технології багатоканальної роботи (MLO) виявив низку критичних проблем, зокрема:

- Зростання обсягів трафіку та перевантаження неліцензованого спектра.
- Внутрішні апаратні завади багатоканальних пристроїв, які часто унеможлиблюють одночасне приймання і передавання даних на сусідніх інтерфейсах.
- Проблеми співіснування та справедливого доступу до середовища з пристроями попередніх поколінь.

Саме тому перехід від простого розширення каналів до узгодженого управління радіоресурсами є технологічною необхідністю, що підтверджує актуальність дослідження.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень

Обґрунтованість наукових результатів дисертації забезпечується використанням математичного апарату, зокрема методів системного аналізу, теорії масового обслуговування та багатокритеріальної оптимізації.

Достовірність розроблених моделей і методів підтверджується результатами імітаційного моделювання, коректним порівнянням запропонованого методу розподілу ресурсів з існуючими базовими стратегіями в умовах середніх та високих навантажень та наявністю актів впровадження результатів дослідження.

- Створення дієвого інструментарію для автоматизації вибору частотних конфігурацій, що результативно вирішує проблему роботи в умовах міжканальних завад від застарілого обладнання.

- Розробка аналітичного апарату, який дає змогу розробникам обладнання обґрунтовано обирати MAC-політики для трафіку пріоритетних категорій з огляду на обмеження MLO.

- Експериментально підтверджена ефективність алгоритмів, що на практиці забезпечує приріст пропускної здатності на 7–10 % та суттєве зниження затримок (до 1 мс).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Дисертаційне дослідження пов'язане з науковими програмами Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. Наукові положення роботи безпосередньо використані під час виконання науково-дослідної роботи за темою «Методи моніторингу продуктивності телекомунікаційних мереж на основі аналізу показників їх якості» (згідно з договором з ПНВП «Сардер Телеком»). Крім того, результати дисертації впроваджено в навчальний процес Навчально-наукового інституту телекомунікацій ДУІКТ і використовуються при викладанні дисциплін «Сенсорні бездротові мережі» та «Проектування телекомунікаційних систем та мереж».

Повнота викладу основних результатів дисертації та апробація

Результати дисертаційного дослідження оприлюднені в 5 наукових статтях, опублікованих у фахових виданнях, що входять до переліку, затвердженого наказом МОН України. Варто особливо відзначити, що всі наукові праці, які винесені на захист, підготовлено здобувачем одноосібно, що підтверджує його високий рівень академічної самостійності та глибину опрацювання поставлених наукових завдань.

Наукові положення та прикладні висновки дисертації пройшли належну апробацію та обговорення на низці науково-практичних форумів. Загалом автором проведено 4 виступи, що підтвердило наукову актуальність:

- На V Всеукраїнській науково-практичній конференції «Telecommunication: problems and innovation» (м. Київ, 2023 р.) здобувачем було представлено дві доповіді, присвячені актуальним питанням розвитку бездротового зв'язку.

- Результати досліджень з питань інтелектуальних систем обробки даних було результативно презентовано на V Всеукраїнській науково-практичній конференції

результати верифікації ефективності запропонованої методики шляхом імітаційного моделювання у середовищі MATLAB, які об'єктивно підтверджують підвищення сумарної пропускної здатності та суттєве зменшення середньої затримки доставки пакетів у порівнянні з базовими стратегіями доступу.

Дисертація є завершеною науковою працею і містить логічно структуроване викладення матеріалу. Матеріал викладено фаховою науковою мовою, з належним рівнем аргументації та обґрунтованим використанням сучасного математичного інструментарію.

Оформлення дисертації в цілому відповідає встановленим вимогам щодо оформлення кваліфікаційних наукових праць, здобувачем чітко сформульовані основні наукові положення, які виносяться на захист, витримано структуру роботи, а також коректно оформлено ілюстративний матеріал та посилання на літературні джерела.

Недоліки та зауваження

У процесі ознайомлення з матеріалами роботи доцільно виділити певні зауваження та побажання:

- В першому розділі під час аналізу архітектури багатоканального пристрою стандарту IEEE 802.11be недостатньо чітко окреслено межі застосовності пропонувані методів. Було б доцільно вказати, для яких саме типів мережевої інфраструктури (корпоративні мережі, середовища Інтернету речей чи домашні мережі) розроблені рішення будуть найбільш ефективними.

- При формуванні математичної моделі розподілу трафіку використано значну кількість вагових коефіцієнтів. Для кращого розуміння роботи алгоритму варто було б навести більш розгорнуте пояснення щодо методики їх початкового вибору та критеріїв налаштування.

- Представлені у четвертому розділі результати імітаційного моделювання зосереджені переважно на оцінці пропускної здатності та затримок. Варто було б, якби автор додав оцінку інших параметрів, наприклад - накладних витрат службового трафіку, що виникають при динамічному управлінні лінками.

- При побудові аналітичного апарату автор використовує апроксимацію для розрахунку середнього часу очікування доступу до середовища T_{access} . Таке спрощення для систем із випадковим доступом може не повною мірою враховувати складну динаміку надщільних мереж, де рівень колізій має нелінійний вплив на затримки і є наближеністю математичних моделей доступу.

багатоканальних бездротових мереж стандарту IEEE 802.11be шляхом розробки методів узгодженого управління радіоресурсами з урахуванням комплексного впливу стану каналів, міжлінкових завад та обмежень режимів багатоканальної роботи.

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор – Табор Денис Іванович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
професор кафедри Прикладної радіоелектроніки Радіотехнічного факультету
Національного технічного університету України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

«22» лютого

2026 р

Михайло СТЕПАНОВ

