

РЕЦЕНЗІЯ

члена разової спеціалізованої вченої ради,

доктора філософії (PhD)

Скрипнік Вікторії Володимирівни

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 наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 172 - Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми. Розвиток бездротових локальних мереж сьогодні стикається з вичерпанням методів підвищення продуктивності. Розширення смуг пропускання та використання складніших схем модуляції вже не задовольняють зростаючі обсяги трафіку в перевантаженому неліцензованому спектрі. Вирішенням даної проблеми є впровадження стандарту IEEE 802.11be та інтеграція технології багатоканальної роботи, яка дозволяє пристроям одночасно агрегувати кілька ліній зв'язку.

Проте практичне впровадження цієї технології виявило низку проблем на апаратному рівні, наприклад, проблеми внутрішньопристроєвої інтерференції чи спільного використання ефіру з обладнанням попередніх поколінь.

Відповідно, робота Табора Д.І. є актуальною оскільки вирішує задачу розробки методів узгодженого управління радіоресурсами, які комплексно враховують вплив міжлінкових завад та специфічних апаратних обмежень багатоканальної роботи для максимізації сумарної пропускної здатності мережі.

Обґрунтованість наукових положень. Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків дисертаційної роботи забезпечується застосуванням математичного апарату. Теоретико-методологічна база дослідження поєднує принципи функціонування бездротових мереж із методами системного аналізу, теорії масового обслуговування, багатокритеріальної оптимізації та теорії ймовірностей. Такий комплексний підхід дозволив автору формалізувати процеси прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності радіосередовища.

У свою чергу, достовірність розроблених методів та математичних моделей базується на експериментальному доведенні. Отримані теоретичні результати та логіка роботи алгоритмів узгоджуються з механізмами доступу до середовища стандарту IEEE 802.11be. Проведена верифікація за допомогою моделювання

об'єктивно підтвердила коректність дослідження та засвідчила перевагу запропонованих рішень над існуючими стратегіями управління ресурсами.

Наукова новизна отриманих результатів. В дисертації Тобора Дениса отримано наступні результати, що становлять наукову новизну дослідження:

1. Удосконалено метод оцінки каналу для багатоканального пристрою стандарту IEEE 802.11be, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на комплексному аналізі стану радіосередовища за рахунок впровадження інтегрованого показника якості та вагових коефіцієнтів, які формалізують поточне завантаження спектру, динаміку завад та вплив пристроїв попередніх поколінь Wi-Fi, що дозволяє проводити оцінку і забезпечити обґрунтований вибір оптимальних частотних конфігурацій і каналів.

2. Вперше розроблено математичну модель розподілу трафіку для багатоканального пристрою, яка ґрунтується на представленні пристрою як єдиної системи масового обслуговування, де стан середовища та обмеження режимів багатоканальної роботи формалізуються вектором стану і матрицею рішень, а обґрунтування вибору досягається за рахунок встановлення аналітичного зв'язку між цими параметрами керування та очікуваними показниками якості обслуговування, що дозволяє прийняти рішення про доцільність використання політик розподілу трафіку для поточного циклу планування при багатоканальній роботі.

3. Вперше розроблено метод розподілу ресурсів між каналами багатоканального пристрою, який інтегрує результати аналізу стану радіосередовища та модель розподілу трафіку за рахунок поєднання профілювання потоків даних за категоріями доступу із прогнозуванням їхнього часу зайнятості радіоресурсу та оптимізацією матриці розподілу навантаження, що дозволяє забезпечити узгоджене керування каналами для підвищення сумарної пропускної здатності та мінімізації затримок доставки пакетів при багатоканальній роботі.

Завдяки цьому вдалося успішно зв'язати процеси профілювання трафіку з прогнозуванням зайнятості ефіру. Що в свою чергу, розв'язує комплексну задачу планування ресурсів.

Практична цінність та впровадження результатів. Створена автором модель розподілу трафіку формує універсальний аналітичний апарат який дає дослідникам і розробникам обладнання змогу порівнювати ефективність різних MAC-політик доступу, уникаючи методу сліпого тестування. Це дозволяє

заздалегідь прогнозувати часові затримки та обирати оптимальні стратегії з огляду на жорсткі апаратні обмеження багатоканальної роботи.

Практична значущість одержаних результатів підтверджується їхнім впровадженням в освітній та виробничий процес.

Окремо слід відзначити формування надійної математичної бази для проектування сучасних протоколів бездротового зв'язку стандарту IEEE 802.11be.

Апробація та повнота викладу. Результати дисертаційного дослідження доповідалися на 3 міжнародній та всеукраїнських конференціях. Основні результати висвітлені в 5 наукових статтях, що відповідає нормативним вимогам. Наукові статті у фахових виданнях повністю відображають результати дослідження від постановки задачі до фінальних висновків.

Зауваження. Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, доцільно відзначити окремі аспекти, які можуть бути предметом подальшої наукової дискусії або розвитку:

1. У роботі доцільно було б розглянути питання масштабованості запропонованої методики при значному зростанні щільності бездротових пристроїв у гетерогенному середовищі.

2. Варто приділити більше уваги порівняльному аналізу запропонованого методу з іншими перспективними алгоритмами управління ресурсами, що базуються на методах штучного інтелекту або машинного навчання.

3. Перспективним напрямом розвитку дослідження є проведення експериментальної апробації запропонованих моделей на фізичному обладнанні, що дозволить оцінити вплив реальних апаратних обмежень на ефективність передачі.

4. Доцільно було б розширити аналіз у контексті забезпечення відмовостійкості мережі при динамічній зміні стану каналів або виході з ладу окремих вузлів системи.

5. Варто приділити увагу питанням інтеграції запропонованого підходу в наявні інфраструктурні рішення та протоколи керування мережами наступного покоління.

Наведені зауваження не знижують загальної високої наукової цінності роботи та не впливають на позитивну оцінку отриманих автором результатів.

Висновок. Дисертаційна робота Тавора Д.І. «Методи і модель підвищення ефективності передавання багатоканальним пристроєм в мережах стандарту IEEE 802.11be» є вагомим внеском у розвиток сучасних телекомунікацій. Робота відповідає всім критеріям встановленим МОН України для наукового ступеня

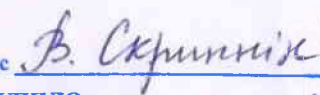
доктора філософії. Можу рекомендувати дисертацію до захисту, а Дениса Тabora вважаю вартим присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 - «Телекомунікації та радіотехніка».

Рецензент

доцент кафедри Мобільних та
відеоінформаційних технологій
Навчально-наукового інституту
Телекомунікацій
Державного університету
інформаційно-комунікаційних
технологій
доктор філософії (PhD)

«27» 07. 2026 р.

 Вікторія СКРИПНІК

Підпис 
ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій

