

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Панової Ольги Сергіївни** на тему "**Методи та моделі управління доступом до фізичного середовища безпроводних комп'ютерних мереж**", подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми

Безпроводні комп'ютерні мережі широко використовуються в повсякденному житті, а динаміка процесу їх розповсюдження вказує на те, що кількість безпроводних мереж лише зростатиме. Відповідно одним з пріоритетних завдань є забезпечення належної якості обслуговування мережевого трафіку безпроводних мереж. У зв'язку з тим, що в безпроводній мережі крім даних користувача передається багато службових повідомлень, існує суттєва різниця між номінальною швидкістю передачі, яку забезпечує певна технологія передавання, та реальною швидкістю, з якою передаються корисні дані користувача. Крім того, при передачі повідомлень користувача з метою уникнення колізій на підрівні управління доступом до фізичного середовища вносяться додаткові часові затримки. Такі параметри якості обслуговування як корисна пропускна здатність та затримка передачі кадру мають суттєве значення при передачі високопріоритетного мережевого трафіку – голос/відео. Більша частина додаткових часових затримок, що вносяться при організації передачі кадрів, припадає на MAC-підрівень канального рівня безпроводних мереж. На MAC-підрівні реалізовано схему доступу до фізичного середовища з алгоритмом уникнення колізій CSMA/CA, яка і вносить додаткові часові затримки при передачі кадрів. Саме це зумовлює необхідність підвищення ефективності функціонування безпроводної мережі на MAC-підрівні.

Сучасні методи підвищення ефективності роботи безпроводної мережі спрямовані на оптимізацію роботи одного чи кількох параметрів MAC-підрівня, залишають незмінною схему управління доступом до безпроводного середовища. Окрім цього методи підвищення ефективності роботи безпроводної мережі в переважній більшості випадків не враховують вплив таких параметрів безпроводної мережі як її розмір, завантаженість чи динаміка зміни завантаженості. Тому важливим є вдосконалення існуючих чи створення нових методів та моделей підвищення ефективності роботи безпроводної мережі, які б дозволили враховувати розмір мережі, її завантаженість, динаміку зміни завантаженості, співвідношення низько- та високопріоритетного трафіків в

мережі тощо.

Тому вважаю, що тема дисертаційної роботи Панової О.С., яка присвячена створенню та вдосконаленню методів та моделей управління доступом до фізичного середовища безпроводних комп'ютерних мереж, що забезпечують підвищення ефективності їх функціонування, є актуальною.

Зв'язок роботи із науковими програмами, темами

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри автоматизованих систем управління Національного університету «Львівська політехніка» та пов'язана з планами наукових досліджень, які виконувалися в межах держбюджетних науково-дослідних робіт, а саме: «Розроблення компонентів для синтезу інтегрованих автоматизованих систем управління» (2014-2016 рр., ДР № 0114U001232).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Запропоновані у дисертаційній роботі методи та моделі є новими та належно обґрунтованими. Висновки стислі та чітко висвітлюють одержаний ефект від проведених досліджень. Рекомендації конкретні та вказують на переваги отриманих результатів.

Достовірність і новизна викладених в дисертаційній роботі наукових положень забезпечується строгим математичним описом дисертаційних досліджень, зокрема коректному використанні методів системного аналізу, об'єктно-орієнтованого проектування, імітаційного моделювання та статистичних методів обробки даних. Припущення, покладені в основу досліджень, є коректні і не суперечать особливостям предметної області.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертаційній роботі підтверджується рядом експериментальних досліджень розроблених методів і моделей, апробацією результатів та впровадженням.

Наукова новизна отриманих результатів

Основними науковими результатами, що особисто одержані здобувачем є:

1. Вперше розроблено метод адаптивного управління доступом до фізичного середовища, який опрацьовує біжучий трафік та забезпечує оцінку зміни біжучої завантаженості в реальному часі.
2. Вперше розроблено модель аналізу доступу до фізичного середовища, яка за рахунок зміни параметрів мережі забезпечує оцінювання та вибір методу доступу з підвищеною пропускнуою здатністю для даного стану мережі.

3. Вперше розроблено метод підвищення ефективності роботи безпроводної мережі за рахунок вибору числа категорій доступу в залежності від біжучої завантаженості.
4. Вдосконалено метод розподіленого доступу до фізичного середовища з пріоритетним обслуговуванням за рахунок адаптивного регулювання кількості категорій доступу.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у тому, що її результати у вигляді технологій управління доступом до фізичного середовища безпроводних мереж були використані у Інституті теоретичної та прикладної інформатики Польської академії наук в рамках наукових робіт гранту “Modele dynamiki transmisji, sterowania zatloczeniem i jakoscia uslug w Internecie” та в ТзОВ «Українські промислові телекомунікації». Запропоновані рішення дали можливість підвищити ефективність роботи безпроводної мережі за рахунок вибору числа категорій доступу в залежності від біжучої завантаженості мережі, підвищити загальну пропускну здатність мережі на 20-46%, знизити часові затримки на 30-40% та інтенсивність колізій на 26-48%. Результати досліджень можуть бути рекомендовані до впровадження при плануванні та розгортанні безпроводних мереж.

Повнота викладу результатів в опублікованих працях, апробація роботи.

Аналіз сукупності наукових результатів Панової О.С., дає змогу зробити висновок про їх цілісність і засвідчує особистий внесок автора в науку щодо підвищення ефективності безпроводних комп'ютерних мереж шляхом розроблення моделей, методів та засобів управління доступом до фізичного середовища.

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 15 наукових працях, серед них 9 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному журналі, який включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus; 6 публікацій у збірниках праць міжнародних наукових конференцій (з них 2 входять до міжнародних наукометричних баз IEEE, Scopus, Web of Science).

Опубліковані роботи в повній мірі охоплюють основні результати дисертаційних досліджень.

Оцінка основного змісту дисертації та її структури.

Дисертаційна робота Панової О.С. є завершеною науковою працею. Вона складається із вступу, чотирьох розділів, висновків (по кожному розділу і загальних), списку використаної літератури та додатку.

У першому розділі проведено системний аналіз методів та моделей управління доступом до фізичного середовища безпроводних комп'ютерних мереж. Розглянуто та проаналізовано методи моделювання роботи МАС-підрівня безпроводних мереж. Проаналізовано переваги та недоліки методів підвищення ефективності роботи МАС-підрівня безпроводних комп'ютерних мереж. За результатами проведеного аналізу визначено перелік завдань і наукових досліджень, які потрібно виконати для розв'язання наукової задачі, сформульованої у дисертаційній роботі.

У другому розділі дисертації розроблено комп'ютерну імітаційну модель роботи МАС-підрівня безпроводної мережі. Розроблено модель вхідного трафіку мережі, яка дозволяє дослідити різні режими роботи МАС-підрівня мережі, та модель стану безпроводного середовища мережі. Проведено ряд досліджень щодо верифікації роботи розробленої комп'ютерної імітаційної моделі за допомогою аналітичного моделювання, симулятора NS-2 та даними вимірювань. На основі них показано, що точність роботи розробленої комп'ютерної імітаційної моделі є достатньою для проведення досліджень щодо підвищення ефективності роботи безпроводних комп'ютерних мереж на МАС-підрівні.

У третьому розділі проведено дослідження ефективності роботи МАС-підрівня безпроводних мереж за різних умов їх функціонування. Здійснено дослідження впливу на продуктивність мережі насиченої та ненасиченої її завантаженості, розміру мережі, числа категорій доступу в схемі управління доступом до фізичного середовища, співвідношення високо- та низькопріоритетного трафіків. На основі результатів дослідження виявлено, що число категорій доступу на МАС-підрівні суттєво впливає на пропускну здатність безпроводної мережі, і показано, що зменшення числа категорій доступу дає змогу підвищити продуктивність роботи безпроводної роботи за певних умов її функціонування.

У четвертому розділі розроблено метод адаптивного управління доступом до фізичного середовища, що ґрунтується на зборі та статистичній обробці даних попередніх передач та забезпечує оцінку зміни біжучої завантаженості в реальному часі. За допомогою розробленого методу вдосконалено метод управління доступом до фізичного середовища безпроводних мереж. При порівнянні результатів роботи вдосконаленої схеми управління доступом до фізичного середовища з існуючими схемами окреслено переваги розробленого методу адаптивного управління.

Висновки по роботі сформульовані чітко, повністю висвітлюють отримані в роботі результати.

Список літератури є інформативним, достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості іноземних джерел.

В додатку наведені акти, які підтверджують практичне впровадження наукових розробок здобувача.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам

За своєю структурою, обсягом і оформленням дисертація та автореферат цілком відповідають вимогам, встановленим до кандидатських дисертацій, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів». Автореферат за змістом ідентичний основним положенням дисертації, та не містить інформації, яка не відображена в самій роботі. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень і рекомендацій забезпечує їх адекватне і належне сприйняття. Наукова новизна відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології, зокрема п.5 «Створення інформаційних технологій з метою дослідження, розроблення та впровадження комунікаційних протоколів та інструментальних засобів для побудови універсальних і спеціалізованих комп'ютерних систем і мереж, зокрема системи комп'ютеризації освіти».

До недоліків та зауважень дисертаційної роботи можна віднести:

1. У першому розділі недостатньо проаналізовано стан забезпечення якості сервісу QoS в існуючих технологіях безпроводного зв'язку. Такою у роботі недостатньо уваги приділено аналізу відомих робіт з вдосконалення MAC-підрівня безпроводних мереж.

2. Забезпечення якості сервісу QoS є складною задачею, яка характеризується не лише такими параметрами як затримка, пропускна спроможність, кількість колізій (для мереж зі спільним середовищем), а і зміною затримки (джитером), який в розроблених моделях не врахований.

3. Введений автором на с.132 термін „індикатор зміни” варто було б замінити на „індикатор зміни завантаження мережі”, що покращило б інформативність викладу матеріалів дисертації та автореферату.

4. Має місце використання специфічних термінів без розкриття їх змісту, зокрема, „нормована пропускна здатність мережі в насиченому режимі”, „нормована бажана завантаженість”, подібні.

5. В дисертації автор не завжди повно наводить опис отриманих результатів, наприклад, при описі рис.2.25 (що ілюструє результати імітаційного моделювання) не описано, як були отримані ці результати і чому вони відносяться до обладнання різних виробників, аналогічно висновки до рис.4.16 відносно зменшення кількості колізій в 2-3 рази відірвані від реальної завантаженості мережі.

Вказані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Висновок

1. Дисертаційна робота Панової О.С. на тему «Методи та моделі управління доступом до фізичного середовища безпроводних комп'ютерних мереж» є завершеною науковою працею, яка розв'язує актуальну наукову задачу підвищення ефективності безпроводних комп'ютерних мереж шляхом розроблення моделей, методів та засобів управління доступом до фізичного середовища і відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

2. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації, описує суть одержаних результатів та висновків дисертаційної роботи і оформлений згідно з вимогами.

3. З огляду на актуальність теми дисертації, наукової та практичної важливості одержаних результатів дослідження та врахування у дисертації вимог пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», вважаю, що її автор Панова Ольга Сергіївна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
професор кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій
Української академії друкарства МОН України,
доктор технічних наук, професор



О. В. Тимченко

Підпис проф. Тимченка О.В. засвідчую
Проректор з НР УАД
к.т.н., доцент



В. З. Маїк