

ВІДГУК
офіційного опонента

на дисертаційну роботу Бака Романа Івановича зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі на тему «Підвищення доступності телекомунікаційних послуг в мережах мобільного зв'язку», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Актуальність дисертаційного дослідження

Робота стосується подальшого розвитку методів, моделей та алгоритмів проектування на удосконалення систем керування у мережах мобільного зв'язку 4-го та 5-го поколінь з метою підвищення доступності телекомунікаційних послуг за умови виникнення локальних перевантажень.

Запропоновані підходи вдало узагальнені у методі балансування абонентського навантаження, який розвиває відомі у контексті способу розвантаження мережі шляхом багатоетапного хендоверу.

Автор провів детальний аналіз методів балансування абонентського навантаження, показав їх вплив на доступність телекомунікаційних послуг. Цей аналіз дав змогу сформулювати актуальне наукове завдання шляхом виявлення недоліків та шляхів удосконалення відомих рішень. У подальшому автор переходить до системи централізованого моніторингу параметрів мереж мобільного зв'язку, яка на практиці дасть змогу реалізувати представлені у дисертації підходи.

Автор проаналізував сучасні наукові дослідження як вітчизняних, так і закордонних науковців, які працюють у галузі дослідження мереж мобільного зв'язку, і на основі цього аналізу виявив, що сьогодні не існує методів балансування навантаження, які б давали змогу використовувати доступні ресурси мережі не лише у межах сусідніх секторів, а у всьому її периметрі.

Тому актуальність і важливість наукового завдання розроблення моделей, методів та алгоритмів підвищення доступності телекомунікаційних послуг шляхом балансування абонентського навантаження під час пікових навантажень на окремі сегменти мереж мобільного зв'язку з забезпеченням вимог до якості надання телекомунікаційних послуг без залучення додаткових ресурсів на сьогодні не викликає сумніву, а тематика дисертаційного дослідження є багатосторонньою та відповідає сучасним знанням про безпроводні телекомунікаційні системи і технології у світовій науці загалом та у вітчизняній зокрема.

Характеристика та структура дисертаційної роботи

Дисертаційна робота містить сукупність моделей та методів, сформованих на підставі визначеного автором предмету дослідження – показників доступності телекомунікаційних послуг у коміркових мережах мобільного зв'язку в процесі балансування абонентського навантаження.

У першому розділі роботи проаналізовано процедури керування мобільністю та методи балансування абонентського навантаження. Детально розкрито особливості процесу балансування у мережах мобільного зв'язку поколінь від 2 до 4,5.

В 2-у та 3-у розділах роботи представлено основне методологічне і наукове наповнення дисертації. Розкрито питання структурного планування мереж мобільного зв'язку, запропоновано новий метод балансування абонентського навантаження. Подано оригінальний метод порівняння ефективності систем безпроводного зв'язку, який дає змогу на основі інтегрального критерію обирати оптимальну конфігурацію мережі за структурними та функціональними параметрами. Імітаційні моделі переміщення абонентів, активності абонентських терміналів та процесу обслуговування викликів у системі мобільного зв'язку у сукупності формують підхід до дослідження показників доступності у мережах сформованої коміркової структури із застосування запропонованого методу балансування навантаження. Програмний код усіх імітаційних моделей наведено у додатку до основного тексту роботи, що, безумовно, покращує враження від дисертації.

У 4-у розділі дисертації запропоновано структуру та розкрито аспекти функціонування системи централізованого моніторингу параметрів мережі мобільного зв'язку та абонентського навантаження, яка дає можливість практичного застосування результатів роботи. Отримано оцінку максимального обсягу навантаження, яке може бути перенесене за обраним шляхом. Проаналізовано вплив балансування навантаження на процес надання конкретного типу телекомунікаційної послуги. Запропоновано метод структурного проектування мереж мобільного зв'язку п'ятого покоління з використанням критерію наскрізної затримки надання послуг.

Структура роботи, яка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (121 найменування), трьох додатків та має обсяг 188 сторінок, є обґрунтованою та виправданою. Дисертація відповідає встановленим вимогам до її оформлення. Матеріали роботи викладено послідовно, стиль викладення забезпечує можливість сприйняття та однозначного трактування наукових результатів.

Зміст представленого автореферату стисло та у необхідному обсязі характеризує дисертацію. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у тому, що запропоновано підхід до побудови систем централізованого моніторингу та керування завантаженням мереж мобільного зв'язку з метою підвищення доступності телекомунікаційних послуг під час пікових навантажень у окремих секторах мережі, що дає змогу подальшого удосконалення мереж 4-го та 5-го поколінь у процесі їх розгортання.

Автором розроблено алгоритм балансування навантаження, що забезпечує зниження втрат комунікаційних сеансів на 15%. Алгоритм враховує запропоновану методику визначення можливості перенесення частки абонентського навантаження в процесі його балансування та запропоновану методику пошуку напрямів для поетапного розвантаження перевантаженого сектору мережі мобільного зв'язку. Розроблено алгоритм оптимізації призначення базових станцій у мережах мобільного зв'язку 5-го покоління, чим досягнуто зменшення кількості активних базових станцій до 40% у залежності від шаблонів розподілу навантаження.

Враховуючи наведені у дисертації результати та їх характер, можна говорити, що практичне значення роботи не викликає сумніву.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність

Дисертація є науково-обґрунтованим дослідженням, яке містить порівняння одержаних результатів із результатами, відомими у науці. Коректно сформульовано завдання оптимізації, методи та моделі балансування навантаження для підвищення доступності телекомунікаційних послуг. Акти про використання результатів підтверджують висновки і рекомендації, які представлені у дисертаційній роботі.

Повнота викладу результатів досліджень у опублікованих працях

За результатами досліджень, які викладені у дисертаційній роботі, автором опубліковано 14 наукових праць, серед них статей у наукових фахових виданнях – 8 (серед них 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав, 6 статей у фахових виданнях України, 3 із яких входять до міжнародних наукометричних баз), у збірниках матеріалів і тез доповідей міжнародних та всеукраїнських конференцій – 6, з них індексованих у наукометричній базі Scopus – 3.

Представлений перелік опублікованих праць, їх зміст та обсяг відповідають темі роботи, у повному обсязі відображають сформульовані положення, отримані наукові результати та висновки.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. У першому розділі автор основну увагу зосередив на процесі балансування навантаження, однак варто було б також висвітлити питання підвищення доступності телекомунікаційних послуг та стан його розробленості у науковій літературі, що відповідало б темі дисертації.

2. Запропоновані автором методи та методики не враховують нерегулярної природи радіопокриття у сучасних гетерогенних мережах мобільного зв'язку. Лише у четвертому розділі автор згадує про особливості розміщення базових станцій у мережах 5-го покоління, однак цей метод не враховано у запропонованому підході до балансування навантаження.

3. Запропоновані моделі важко перевірити на адекватність, проте верифікація результатів досягається шляхом їх порівняння з раніше відомими експериментальними дослідженнями.

4. У запропонованому методі балансування абонентського навантаження варто було б виокремити обмеження щодо можливості його застосування в реальному часі: максимальну кількість переходів у процесі перенесення навантаження, вплив обчислення маршруту перенесення на завантаженість обчислювального комплексу, обчислювальну складність.

5. Більшого ступеня розробленості та деталізації потребує архітектура системи моніторингу параметрів мереж мобільного зв'язку, яка має лягти в основу можливості застосування розроблених методів та алгоритмів.

6. Варто було б розглянути процес передавання мультисервісних потоків під час перевірки функціонування запропонованого методу балансування з огляду на визначення показника доступності телекомунікаційних послуг в реальних умовах функціонування мереж мобільного зв'язку.

Викладені зауваження у цілому не впливають на ключові положення дисертаційної роботи та не погіршують її позитивну оцінку.

Загальні висновки

1. Дисертаційна робота Бака Р.І. на тему «Підвищення доступності телекомунікаційних послуг в мережах мобільного зв'язку» є самостійною, завершеною науковою працею, яка містить розв'язання актуального наукового завдання розроблення моделей, методів та алгоритмів підвищення доступності телекомунікаційних послуг шляхом балансування абонентського навантаження під час пікових навантажень на окремі сегменти мереж мобільного зв'язку з

забезпеченням вимог до якості надання телекомунікаційних послуг без залучення додаткових ресурсів.

2. Стиль викладу матеріалів послідовний та відповідає вимогам до наукових праць. Висновки до розділів стисло, але повною мірою характеризують отримані результати. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення роботи та одержані ним результати. Обсяг апробацій та публікацій відповідає чинним вимогам.

3. Дисертаційна робота за змістом відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

4. Текст автореферату з необхідною повнотою відображає зміст дисертації.

5. За актуальністю, оригінальністю, обсягом та рівнем, повнотою розв'язання наукових та практичних завдань, новизною, цінністю і ступенем обґрунтування отриманих результатів, висновків і практичних рекомендацій, дисертація відповідає вимогам до кандидатських дисертацій (пп. 9, 11, 12) чинного положення про "Порядок присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року (зі змінами та доповненнями). Автор роботи – Бак Роман Іванович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент
доцент кафедри інформаційно-
телекомунікаційних мереж
Національного технічного університету
України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського", к.т.н., с.н.с.

М.А. Скулиш

Підпис к.т.н., с.н.с. Скулиш М.А., засвідчую,

Вчений секретар
Національного технічного університету
України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"



А.А. Мельниченко