

Голові спеціалізованої вченої ради Д26.861.01
Толубко В.Б.
Державний університет телекомунікацій
03680, м. Київ, вул. Солом'янська, 7.

ВІДГУК

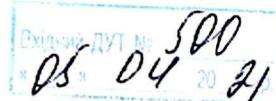
офіційного опонента, керівника відділу оцінки якості ТОВ «Випробувальний центр Омега», кандидата технічних наук, доцента, Колченко Галини Федорівни на дисертаційну роботу БРЕСЛАВСЬКОГО Владислава Олександровича на тему: «Моделі та методики підвищення ефективності функціонування самоорганізованих радіомереж», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі»

Актуальність обраної теми. На сьогоднішній день доступ до інформації в загальної світової мережі Інтернет та відповідних державних сервісів є однією з головних потреб громадян, оскільки виконувати дистанційну роботу, навчання, отримувати доступ до комунальних установ є життєво важливим фактором. Рівень доступу громадян до інформаційних ресурсів відповідає рівню розвитку країни.

На теперішній час велика кількість досвідчених фахівців галузі акцентували свої наукові праці на загальних аспектах та методах підвищення зв'язності, пропускної здатності та живучості радіомереж, які розглядаються окремо із різних математичних та технічних напрямків. Наприклад, найбільш великий внесок у теорію підвищення ефективності функціонування радіомереж та пропускної здатності внесли: Н. Бандурко, В. Толубко, Л.Беркман. Живучості радіосистем: В. Левин, В. Заїка, К. Строчак. Зв'язності радіозасобів: Н. Бугай, В.Плаксієнко, Ю. Хлапонін.

У зазначених роботах акцентовано увагу на загальних аспектах та методах підвищення зв'язності, пропускної здатності та живучості радіомереж, які розглядаються окремо із різних математичних та технічних напрямків.

Але, зазначені радіомережі внаслідок невеликої розповсюдженості мають такі недоліки як: часткова втрата інформаційного контенту під час зміни топології вузлів передачі даних, обмежена пропускна здатність та кількість абонентів мережі що потребує збільшення кількості вузлів та підвищення рівня потужності сигналу. Крім того, недоліками роботи існуючих систем - прототипів самоорганізованих радіомереж є неможливість забезпечення сучасних вимог до якості обслуговування внаслідок необхідності ретрансляцій, мінливості пропускної здатності радіоканалу, її залежності від відстані між рухомими радіозасобами, потужності передачі, кількості сусідніх радіовузлів і рівня створюваного ними трафіку і т.д. Останнім часом у відкритих зарубіжних наукових джерелах велика увага приділяється питанням застосування радіозасобів на основі технології програмно-конфігурованого радіо для самоорганізованих мереж.



Крім того, сьогодні у зв'язку зі зростанням обсягу телекомунікаційних систем, що використовують електромагнітні випромінювання різних частотних діапазонів, виникають серйозні проблеми. З одного боку, вже не вистачає частотного ресурсу для введення в дію нових засобів телекомунікацій, а з другого боку зростає і поступово наближується до критичного рівень електромагнітного випромінювання, і це шкодить здоров'ю людей. Таким чином, існує необхідність в нових телекомунікаційних технологіях та системах, які б дозволяли нарощувати об'єми інформації, що передається, і здійснювали його на безпечному рівні.

Для практичної реалізації вищезгаданих переваг необхідний новий підхід до побудови радіосистеми в цілому. У зарубіжних наукових джерелах такий підхід отримав назву наскрізного проектування. Таким чином, завдання пошуку та обґрунтування відповідних інженерно-технічних рішень представляється надзвичайно актуальною і необхідною.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Обґрунтованість та достовірність одержаних результатів забезпечується: врахуванням факторів, які впливають на вирішення наукової проблеми; використанням вхідних даних, одержаних з практики напрямку досліджень; обґрунтованим вибором основних положень і обмежень, прийнятих за вхідні, під час формулювання часткових наукових завдань; використанням сучасного, апробованого науково-методичного та математичного апарату, коректним добором використаних загальних і часткових показників та критеріїв, а також застосованих математичних моделей. Достовірність одержаних в роботі результатів підтверджується збігом результатів моделювання з наявними експериментальними даними. Підтверджений З актами реалізації. Мають чітке наукове тлумачення і не суперечать відомим (опублікованим) даним.

Наукова новизна результатів та практична цінність отриманих в дисертаційній роботі

У дисертаційній роботі розв'язано комплекс науково-технічних задач, що мають наукове та прикладне значення, пов'язаних з підвищенням ефективності функціонування самоорганізованих мереж нової генерації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. Вперше розроблено математичну модель розрахунку мобільності самоорганізованої бездротової мережі, яка дозволяє здійснювати порівняння децентралізованих мереж, побудованих на різних організаційно-технічних принципах за системним критерієм мобільності з урахуванням необхідної пропускної здатності і обсягу переданих повідомлень.

2. Вдосконалено методику оцінки зв'язності радіозасобів на основі технології SDR самоорганізованої мережі нової генерації, яка, на відміну від відомих, дозволяє здійснювати розрахунок дальності зв'язку точка-точка з урахуванням довільного переміщення.

3. Вдосконалено методику використання терагерцового діапазону для передачі інформаційного трафіку в радіосистемах, яка, на відміну від існуючих, враховує ефективність використання траси розповсюдження інформації в цифровому форматі.

4. Вперше розроблено методику оцінки щільності розподілення ймовірності пропускної здатності та живучості самоорганізованої мережі нової генерації.

5. Вдосконалено алгоритм маршрутизації самоорганізованих радіомереж, який, на відміну від відомих, дозволяє усунути перевантаженість мережі через постійну передачу даних.

6. Вперше розроблено методику з виконання вимірювання параметрів якості послуг фіксованого зв'язку методом випробування на реальному трафіку.

Положення та результати, отримані у дисертаційній роботі є закінченим науковим дослідженням за проблемою підвищення завадостійкості каналів когнітивних радіомереж. Результати роботи є корисним внеском в теорію дослідження та розроблення моделей і способів адаптації режимів роботи радіозасобів мобільного зв'язку до багатопроменевого радіоканалу.

Практичне значення одержаних результатів

Запропоновані у дисертаційній роботі методологічні основи автоматизованого пошуку цифрових засобів негласного отримання інформації, як сукупність концептуальних, теоретичних та технологічних основ, дозволяє за рахунок практичної реалізації розроблених методик и моделей оцінок зв'язності і пропускної здібності виконати побудову початкового наближення самоорганізованої радіомережі, оцінити число і параметри радіозасобів, що необхідні для організації радіозв'язку на заданій території. Оцінити ймовірність успішного радіоприйому та пропускну здатність радіозасобів на основі технології програмно-конфігурованого радіо.

Дисертаційна робота, в тому числі виконувалась в рамках держбюджетної науково-дослідної теми «Розробка надвисокошвидкісної бездротової мережі backhaul з гігабітними каналами із можливістю використання неліцензійного терагерцового діапазону» (2016-2017 р.р.), (ДР № 0116U004698) та у відповідності до науково-дослідної тематики, яка проводилися на замовлення ДП «Український державний центр радіочастот» і результати проведення дослідження яких відображені у звіті НДР «Методика з виконання вимірювання параметрів якості послуг фіксованого телефонного зв'язку методом випробування на реальному трафіку» (ДР № 0116U004698) - 2014 р.

Результати дисертаційної роботи було використано у рамках науково-дослідних робіт, що проводилися протягом 2014-2016 р.р., а саме: «Система широкосмугового радіодоступу на базі вітчизняних розробок» (ДР № 0114U002178), «Дослідження каналу радіозв'язку в нижній частині терагерцового діапазону при швидкості передачі більше 1 Гбіт/с» (ДР № 0114U002179), «Бездротова система передачі даних в НВЧ діапазоні» (ДР № Oil 4U002180), «Статистична оцінка електромагнітної сумісності мереж бездротового зв'язку нового покоління» (ДР № 0114U002181), Українського науково-дослідного інституту зв'язку, що проводилися протягом 2008-2015 р.р., а саме: «Розробка рекомендацій з питань конвергенції рухомого та фіксованого зв'язку (FMC)», (ДР № 0113U005218).

Матеріали дисертації використовувались в розробці корисних моделей, а саме:

Патенти:

1. Сайко В.Г., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Бреславський В.О., Єрмаков А.В. Мікрохвильова система широкосмугового безпроводового доступу з підвищеною щільністю покриття зони обслуговування UMDS-TH. Патент України на корисну модель

№ 109005, дата публікації 25.07.2016.-Бюл.№ 14 з пріоритетом від 25.07. 2016.

2. Сайко В.Г., Наритник Т.М., Грищенко Л.М., Бреславський В.О., Лисенко Д.О., Дакова Л.В.

Пристрій для вимірювання відношення сигнал/шум в приймальних комплексах адаптивного мобільного радіозв'язку. Патент України на корисну модель № 108734, дата публікації 25.07.2016.-Бюл.№ 14 з пріоритетом від 25.07. 2016.

3. Сайко В.Г., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Бреславський В.О., Лисенко Д.О. Мікрохвильова система широкосмугового мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускною здатністю. Патент України на корисну модель. № 107550, дата публікації 10.06.2016.-Бюл.№ 11 з пріоритетом від 10.06. 2016.

Мова та стиль викладення дисертаційної роботи та автореферату дозволяють зрозуміти суть розроблених наукових положень та одержаних практичних результатів. Дисертаційна робота та автореферат у цілому відповідають вимогам, які висуваються до його оформлення відповідно до “Порядку присудження наукових ступенів” затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 (із змінами) та суттєво не відхиляються від вимог ДСТУ 3008-2015 “Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення” й “Вимог до оформлення дисертації” затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40. У цілому зміст дисертації та автореферату викладено послідовно та логічно.

Повнота викладу результатів дисертаційної роботи.

Основні результати дисертаційної роботи Бреславського В.О. достатньо повно викладені в 20 наукових працях, з них, 13 наукових статей, у тому числі, 1 стаття у виданнях, які індексуються у науково-метричній базі Scopus. Також 7 праць опубліковано у матеріалах наукових конференцій.

Кількість публікацій відповідає вимогам наказу МОН України від 17.10.2012 № 1112 “Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”.

Назва дисертації відповідає її змісту. Дисертаційна робота та автореферат оформлені згідно з вимогами МОН України. Науковий рівень дисертації відповідає вимогам “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою КМУ від 24.07.2013р. № 567, а зміст – паспорту спеціальності 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі».

Ідентичність змісту автореферату та основних положень дисертації

За структурою, змістом та оформленням автореферат відповідає встановленим вимогам та загальноприйнятому стилю викладення. Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації, у ньому достатньо повно і точно відображені основні результати досліджень, що представлені в дисертації.

Загальні висновки дисертаційної роботи узгоджуються з метою і завданнями дослідження. За результатами дисертаційного дослідження зроблено дванадцять висновків, які повністю відповідають поставленим завданням. Отримані результати характеризуються науковою новизною та практичною цінністю, обґрутовані теоретично та підтвердженні експериментальними дослідженнями. В цілому дисертаційна робота Бреславського Владислава Олександровича є завершеною науковою працею.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконувалась в рамках держбюджетної науково-дослідної теми «Розробка надвисокошвидкісної бездротової мережі backhaul з гігабітними каналами із можливістю використання неліцензійного терагерцового діапазону» (2016-2017 р.р.), (ДР № 0116U004698). та у відповідності до тематик науково-дослідних, які проводилися на замовлення ДП «Український державний центр радіочастот» і результати проведення дослідження яких відображені у звіті НДР «Методика з виконання вимірювання параметрів якості послуг фіксованого телефонного зв'язку методом випробування на реальному трафіку» (ДР № 0116U004698) – 2014 р.

Обраний напрям досліджень відповідає тематиці науково-дослідних робіт Державного університету телекомунікацій, що проводилися протягом 2014-2016 р.р., а саме: «Система широкосмугового радіодоступу на базі вітчизняних розробок» (ДР № 0114U002178), «Дослідження каналу радіозв'язку в нижній частині терагерцового діапазону при швидкості передачі більше 1 Гбіт/с» (ДР № 0114U002179), «Бездротова система передачі даних в НВЧ діапазоні» (ДР № 0114U002180), «Статистична оцінка електромагнітної сумісності мереж бездротового зв'язку нового покоління» (ДР № 0114U002181), Українського науково-дослідного інституту зв'язку, що проводилися протягом 2008-2015 р.р., а саме: «Розробка рекомендацій з питань конвергенції рухомого та фіксованого зв'язку (FMC)», (ДР № 0113U005218). Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі Державного університету телекомунікацій. Впровадження результатів досліджень підтверджуються відповідними актами. Питання, розглянуті та розроблені в дисертаційній роботі, відповідають основним завданням та напрямам створення сучасної інформаційної інфраструктури України, які визначені у таких концептуальних документах як: — Концепція державної інформаційної політики (2011 р.) Основні засади розвитку інформаційного суспільства України на 2012-2020 роки, — Національна програма інформатизації.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.

Дисертаційна робота Бреславського В.О. складається зі вступу, 4 розділів, висновків, 43 рисунків та 9 таблиць з додатків на 3 сторінках та списку використаних джерел на 13 сторінках містить 138 найменування. Повний обсяг дисертації 205 сторінок.

Дисертаційна робота є закінченою науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту.

Сформульована в дисертації мета досліджень досягнута. Дисертаційна робота та автореферат написані правильною науково-технічною мовою достатньо ясно та зрозуміло, з використанням загальноприйнятих наукових термінів, визначень та понять. Матеріали досліджень викладені логічно та послідовно. Стиль їх викладення не суперечить методології наукових досліджень. Висновки достатньо конкретні та відображають основні результати досліджень.

Результати математичного моделювання проілюстровано достатньою кількістю графіків відповідних залежностей. Винесені на захист наукові результати викладено вичерпно. Використані в роботі терміни, визначення та поняття відповідають діючим Державним стандартам України.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено практичне значення отриманих результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

У **першому** розділі проведено аналіз технічних аспектів реалізації і розвитку мереж цифрового радіозв'язку нового покоління. Представлено аналіз існуючих наукових методів розвитку мереж цифрового радіозв'язку нового покоління.

Гетерогенні мережі мобільного зв'язку розглядаються в якості основної концепції для розроблення та впровадження мереж мобільного зв'язку п'ятого покоління. Принципи побудови таких самоорганізуючих радіомереж на основі програмно-конфігурованих радіозасобів (SDR) визначаються показниками зв'язності, пропускної здатності і живучості радіозасобів.

Встановлено, що на даний час існує необхідність вирішення актуального наукового завдання, щодо розробки науково-методичного апарату підвищення ефективності функціонування (підвищення зв'язності та пропускної здатності) самоорганізованих радіомереж нової генерації.

Для вирішення виявленого протиріччя необхідно вирішити актуальні наукові завдання щодо розробки науково-методичного апарату підвищення ефективності функціонування (підвищення зв'язності, пропускної здатності та живучості) самоорганізованих радіомереж нової генерації.

У **другому** запропоновано розробка методики оцінки зв'язності самоорганізованої радіомережі з радіозасобами SDR із використанням терагерцового діапазону. На базі аналізу досягнення зарубіжних фірм в області використання терагерцового діапазону проаналізовано перспективи розгортання каналу зв'язку в діапазоні 130-134 ГГц в Україні із використанням розробленого

обладнання виймального та передавального трактів та формувача групового сигналу із використанням технології 802.11n.

В результаті виконаної оцінки виявлено вплив умов поширення радіохвиль на показники зв'язності радіозасобів на основі технології SDR, зокрема, встановлено, що повільні завмирання зменшують, а швидкі завмирання збільшують ймовірність «ізоляції» радіозасобів, яка наполягає у наступному:

У третьому розділі сформульована задача оцінки пропускної здатності радіозасобів на основі технології SDR самоорганізованої мережі. Запропоновано алгоритм оцінки пропускної здатності самоорганізованої мережі з радіозасобами технології SDR. Наводяться результати досліджень статистичних характеристик пропускної здатності самоорганізованої мережі з ортогональними піднесучими. Визначено пропускну здатність широкосмугової мережі та запропоновано її статистична модель для багатопроменевого радіоканалу зв'язку зі статистикою впливу одночасно швидких і повільних завмирань.

Визначені основні задачі та підстави для розгляду питань створення комплексної системи моніторингу телекомунікаційних систем для забезпечення якості послуг самоорганізуючої мережі. Доведено, що самоорганізований алгоритм маршрутизації, відповідає вимогам адаптації, самоконфігурування і самовідновлення мережі.

У четвертому розділі встановлено, що при проектуванні та розбудові самоорганізованих мереж зв'язку виникають труднощі організації роботи мережі в умовах непередбачуваного переміщення вузлів таким чином, щоб можливо було гарантувати доставку повідомлення адресату в будь-якому напрямку. Це завдання вирішується в роботі шляхом моделювання і оцінок радіозв'язаності вузлів при трансформації мережі, а також вдосконаленням більш ефективного алгоритму маршрутизації.

Практична реалізація розроблених моделей і алгоритмів для підвищення ефективності в самоорганізованих мережах полягає в тому, що в роботі за рахунок практичної реалізації розроблених методик і моделей оцінок зв'язності і пропускної здібності можливо виконати побудову початкового наближення самоорганізованої радіомережі, оцінити число і параметри радіозасобів, необхідні для організації радіозв'язку на заданій території, оцінити ймовірність успішного радіоприйому і, відповідно, пропускну здатність радіозасобів на основі технології програмно-конфігурованого радіо в умовах впливу внутрішньосистемних і навмисних завад.

Висновки дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну і практичну цінність розробок.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. На мою думку у першому розділі недостатньо проаналізовано зарубіжні роботи та тенденції з розвитку мереж цифрового радіозв'язку нового покоління.
2. У другому розділі на рисунку 1 недостатньо наочно відображені схема та результати розрахунку зв'язності, а також не чітко описано, яку практичну цінність дає розрахунок результатів зв'язності та дальності зв'язку вузол-вузол в самоорганізованих мережах.

3. В третьому розділі дисертаційної роботи не в повній мірі описано практичну цінність застосування вдосконаленого алгоритму маршрутизації. Практична цінність, на мою думку, має більш розширений характер.

4. У четвертому розділі недостатньо уваги приділено методам і процедурам первинної обробки значень параметрів телекомунікаційної мережі. Не чітко прописані обмеження при застосуванні запропонованих методів.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку та цінність дисертаційної роботи, тому що робота має завершеність, положення, висновки і рекомендації науково обґрунтовані.

Висновки

1. Дисертаційна робота Бреславського В.О. на тему: «Моделі та методики підвищення ефективності функціонування самоорганізованих радіомереж» за змістом є закінченим науковим дослідженням, у якому отримані нові наукові результати, важливі на сучасному стані для подальшого розвитку та функціонування самоорганізованих радіомереж нового покоління і цілком відповідає вимогам «Паспорту» спеціальності 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі».

2. Автор дисертації є кваліфікованим фахівцем, глибоко поринув у суть проблеми, добре володіє сучасними методами досліджень та вміло використовує їх для вирішення комплексу поставлених науково-технічних задач.

3. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертації.

4. Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам ДАК України «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», а її автор – Бреславський Владислав Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі».

Керівник відділу оцінки якості
ТОВ «Випробувальний центр «ОМЕГА»,
кандидат технічних наук, доцент

Г. Ф. Колченко



Колченко Г.Ф. застігнуто:
Директор ТОВ "ВІЗ "ОМЕГА"
Д.О. Мінусев