

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Мерзлікіна Анатолія Олександровича на тему
«Методи та засоби підвищення продуктивності та готовності каналів зв'язку
міліметрового діапазону хвиль», подану до захисту на здобуття наукового
ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
та спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність дослідження.

Однією з пріоритетних задач, яка стоїть перед сучасними телекомунікаційними системами та мережами, є підвищення рівня якості обслуговування з охопленням все більшої множини користувачів різноманітними інфокомунікаційними сервісами. У свою чергу все більше сервісів орієнтовані на підтримку мобільності користувачів, що на пряму пов'язане з необхідністю першочергового вдосконалення технологій безпроводового зв'язку на основі підвищення характеристик продуктивності (пропускної здатності), надійності (коефіцієнта готовності) та безпеки радіоканалів. Саме тому проблематика дисертаційної роботи Мерзлікіна А.О., яка присвячена розробці, вдосконаленню та експериментальному дослідженню методів підвищення ефективності каналів зв'язку міліметрового діапазону хвиль, що враховують вплив різноманітних факторів атмосфери та регіональних мікрокліматичних особливостей на поширення та ослаблення радіохвиль, є актуальною.

У дисертації було успішно розв'язано науково-прикладну задачу, яка полягала у підвищенні продуктивності та надійності каналів зв'язку міліметрового діапазону хвиль (ММ ДХ) з урахуванням мікрокліматичних факторів атмосфери для планування зон обслуговування систем зв'язку покоління 5G. У процесі дослідження дисертант отримав такі наукові результати:

1. Вдосконалено математичну модель оцінки продуктивності та надійності системи зв'язку. Новизна моделі полягає у тому, що вона дозволяє

визначати максимальний радіус зони обслуговування на основі комплексного врахування сценаріїв розгортання системи; параметрів кліматичної зони, поглинання в газах; інтенсивності опадів та схеми модуляції та кодування.

2. Вперше розроблено нову методику проведення річних цілодобових експериментальних досліджень з високим часовим дозволом (1 хвилина та менше), яка реалізована на програмно-апаратному рівні у вигляді радіометричного комплексу для частоти 40 ГГц (8мм). Новизна методики полягає у тому, що вона дозволяє на основі статистичної обробки результатів вимірювань отримати нові дані про кумулятивні функції сезонного розподілу повного вертикального атмосферного послаблення продовж року та у найгірші місяці року для забезпечення надійного зв'язку в розглянутому діапазоні частот.

3. Вперше отримано кумулятивні функції розподілу повного вертикального атмосферного ослаблення радіохвиль ММ ДХ за річний період та помісячно, які забезпечують оцінку надійності високошвидкісних наземних та наземнокосмічних каналів зв'язку у кліматичній зоні Е.

4. Отримала подальший розвиток математична модель оцінки продуктивності та завадостійкості системи зв'язку, новизна якої полягає у врахуванням діаграм спрямованості антен базових станцій, фазових антенних решіток точок доступу та пристроїв користувачів, що дозволяє виконувати дослідження в умовах щільної міської забудови.

5. Вперше розроблено багатопроменеву модель поширення радіохвиль ММ ДХ для закритого простору, яка відрізняється врахуванням діелектричних характеристик матеріалів стін, полу та стелі. Це дозволило отримати теоретичну оцінку досяжних швидкостей передачі інформації для внутрішніх коридорів будівель (Indoor) мережі стандарту IEEE 802.11ad, що використовує різні схеми модуляції та кодування та типи антен.

6. Отримані нові дані про енергетичний потенціал ліній зв'язку для відкритого простору (Outdoor) з використанням створеної експериментальної приземної лінії зв'язку на основі використання точок доступу MikroTik

Wireless Wire (RBwAPG60ad kit) у діапазоні 60ГГц, що дозволило та показало реалізованість сценарію розгортання мереж 5G в діапазоні 60 ГГц на базі малих сот.

Практичне значення наукових результатів.

Дисертаційна роботи має чітку практичну направленість, теоретичні результати підкріплено результатами лабораторного експерименту. Отримані наукові результати та результати експериментальних досліджень доцільно використати при проектуванні, розгортанні та налаштуванні радіомереж, мереж майбутніх поколінь (5G/6G) у конкретних кліматичних умовах експлуатації. Матеріали дисертаційної роботи використано у навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки на кафедрі радіотехнологій інформаційно-комунікаційних систем в курсах лекцій з дисциплін «Новітні напрямки розвитку телекомунікаційних та радіотехнічних систем», «Радіопередавальні пристрої» та «Радіоприймальні пристрої», а також при підготовці магістерських робіт, про що є акт впровадження.

Рівень апробації та публікацій наукових результатів

Наукові результати дисертації та результати досліджень досить широкі представлені та опубліковані у 21 науковій праці, з яких 6 – це статті у періодичних фахових виданнях України, 15 – матеріали доповідей на міжнародних конференціях рівня IEEE, що індексуються наукометричними базами даних Scopus та Web of Science. 1 патент на корисну модель.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота Мерзлікіна А.О. відповідає стандартам вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і

свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Телекомунікації та радіотехніка».

Розглянувши результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Мерзлікіна О.А. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації та плагіату. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Основні недоліки по роботі:

1. При формулюванні наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі, не чітко вказано, у чому саме полягає їх відмінність від раніше відомих рішень. Формулювання наукових результатів у анотації та висновках, на жаль, не завжди співпадає. У вступі вони не згадуються взагалі.

2. Не наведено методику отримання виразу (4.1), на підставі якого дисертант визначає повне вертикальне ослаблення за даними своїх радіометричних спостережень.

3. В описі рис. 4.9 відсутня інформація про вихідні метеодані, на підставі яких отримано наведені розрахункові гістограми значень погонного ослаблення в 3 мм діапазоні хвиль, що ускладнює оцінку повноти наведених результатів.

4. На сторінці 40 наведено трактування основних критеріїв якості обслуговування (QoS), але не вказано, на підставі яких регламентуючих документів чи стандартів вони отримані. Якщо орієнтуватись, наприклад, на зміст рекомендацій ITU-T Y 1540, 1541, то не всі визначення є коректними з точки зору перекладу на українську мову.

5. При оформленні дисертації допущені неточності при наведенні рисунків та графіків, елементи яких можуть розриватися між сторінками без належного пояснення. Наприклад, у першому розділі два рисунки 1.3 з різними назвами на сторінках 40 та 44, перший з них не коректно відображається у форматі pdf.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Мерзлікіна Анатолія Олександровича на тему «Методи та засоби підвищення продуктивності та готовності каналів зв'язку міліметрового діапазону хвиль» виконана на досить високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені відповідними пунктами «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

У дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності. Здобувач Мерзлікін Анатолій Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Рецензент

завідувач кафедри інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського
Харківського національного університету радіоелектроніки
доктор технічних наук, професор

Олександр ЛЕМЕШКО

Підпис засвідчую:

Учений секретар



Ігор МАГДАЛІНА