

ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора технічних наук, професора Лисечко Володимира Петровича
на дисертаційну роботу Лазуренка Богдана Олександровича
«Моделі та методи підвищення якості мобільного зв'язку
шляхом застосування надширокосмугових технологій»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 172 - Телекомунікації та радіотехніка,
галузь знань 17 - Електроніка та телекомунікації**

Актуальність теми

У сучасних умовах стрімкого розвитку інтернет-технологій та збільшення кількості користувачів, обсяг трафіку в мережах постійно зростає. Зростаюча залежність суспільства від інформаційних та комунікаційних технологій підвищує вимоги до надійності та відмовостійкості мереж. Збільшення кількості пристроїв, підключених до інтернету, підвищує навантаження на мережі, особливо в пікові моменти. Це зумовлює необхідність розробки нових та удосконалення існуючих моделей і методів забезпечення завадозахищеності та якості обслуговування в безпроводових телекомунікаційних мережах. Фізична обмеженість радіочастотного спектру не дозволяє забезпечити якість обміну інформацією, особливо в умовах складної електромагнітної обстановки, яку створено щільно розташованими мобільними безпроводовими пристроями. Застосування технології надширокосмугового зв'язку дозволяє ефективно використовувати радіочастотний спектр та забезпечувати високий рівень якості обслуговування та завадозахищеності каналів у безпроводовій телекомунікаційній мережі. Таким чином дисертаційна робота Лазуренка Б. О., що присвячена вирішенню науково-практичної задачі щодо розробки нових та удосконалення існуючих моделей і методів забезпечення завадозахищеності із підтримкою якості обслуговування в безпроводових телекомунікаційних мережах на основі застосування надширокосмугових технологій, є актуальною.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Системи інформації ім. В.О. Кравця» НТУ «ХПІ» у рамках міжнародного проекту за програмою ERASMUS+ (Project Number: 598236-EPP-1-2018-1-LT-EPPKA2-CBHE-SP) і науково-дослідного та проектно-конструкторського інституту «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеності та оформлення

Структура дисертаційної роботи логічна та послідовна. Дисертація складається з чотирьох розділів, в яких викладено отримані наукові результати. Актуальність дисертації обґрунтована та повністю відповідає проблематиці сучасного стану досліджень в області забезпечення завадозахищеності та якості обслуговування в безпроводових телекомунікаційних мережах на основі

застосування надширокосмугових технологій.

У *вступі* подано загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У *першому розділі* виконано постановку науково-технічної задачі забезпечення завадозахищеності у безпроводових телекомунікаційних мережах. Здійснено аналіз процесів передачі інформації та обґрунтовано доцільність застосування надширокосмугових сигналів в системах цифрового безпроводового мобільного зв'язку. Показано, що критерієм завадозахищеності є відношення середньої потужності інформаційного сигналу до потужності шуму. Досліджено сучасний стан та тенденції розвитку методів організації безпроводового зв'язку.

У *другому розділі* роботи розроблено метод формування ансамблів складних сигналів в системах мобільного зв'язку. Запропоновано метод створення сигнально-кодової конструкції інформаційного сигналу та метод формування незалежних завадозахищених каналів зв'язку. Розроблено модель, яка реалізує розроблений метод одночасного формування опорного та інформаційного сигналів.

У *третьому розділі* досліджено моделі і методи побудови антенних систем для реалізації технології надширокосмугового зв'язку. Розроблено метод випромінювання ансамблю складних надширокосмугових сигналів та модель антенної системи, що його реалізує. Показано, що формування біполярного імпульсного інформаційного сигналу доцільно здійснювати шляхом інтерференції його складових у еквівалентному загальному розкритті антени.

У *четвертому розділі* досліджено метод кореляційного прийому ансамблю складного сигналу, який дозволяє розпізнати і вилучити інформаційний сигнал із суміші гаусового білого шуму та корисного сигналу. Показано, що достовірне відновлення переданої бінарної інформації дозволяє за умови великої бази сигналу здійснювати приховану передачу сигналу.

Висновки дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень. Аналіз публікацій, апробацій та актів впровадження свідчать про повноту викладу в дисертаційній роботі отриманих наукових результатів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Проаналізувавши дисертаційну роботу слід зазначити, що наукові положення, висновки та рекомендації, що висвітлені в роботі, є достатніми, повними, а також належними чином повністю обґрунтованими. Для їх отримання та підтвердження автором було проведено як теоретичні, так і емпіричні, експериментальні дослідження, при цьому використовувалися вітчизняні та міжнародні

вузькопрофільні та актуальні джерела.

У результаті проведення дисертаційного дослідження дисертанту вдалось розкрити та вирішити у повному обсязі мету та завдання, що були сформовані на початку. До кожного пункту роботи наведені логічні висновки, які дозволяють коротко та повно зрозуміти суть кожного етапу дослідження та практичну значущість отриманих результатів.

Також достовірність заявлених положень обґрунтовується комплексним підходом у вивченні визначеного об'єкта, що свідчить про обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, що викладено у дисертаційній роботі Лазуренка Богдана Олександровича.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність положень і висновків зроблених автором підтверджується використанням класичних і сучасних методів досліджень, зокрема глибоким логічним аналізом літературних джерел, коректністю поставлених актуальних завдань, що потребують розв'язання та вирішення.

Результати експериментальних та теоретичних досліджень доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях, а також опубліковані в наукових фахових виданнях. Крім того, про достовірність отриманих результатів свідчить їх взаємоузгодженість, відповідність літературним даним і позитивним результатам впровадження.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Вперше запропоновано метод формування ансамблю складного надширокосмугового інформаційного сигналу в системах мобільного зв'язку, який дає можливість здійснювати безпроводовий зв'язок в широкій смузі частот, коли рівень інформаційного сигналу дорівнює чи нижче рівня шуму;
2. Вперше запропоновано моделі і методи побудови антенних систем для реалізації технології надширокосмугового зв'язку та метод мерехтливої поляризації, що дозволяє забезпечити вимоги завадозахищеності безпроводових рухомих телекомунікаційних систем із підтримкою якості обслуговування;
3. Удосконалено метод одночасного кодування та модуляції інформації шляхом створення сигнально - кодової конструкції, який базується на зсуві у часі кодуючого сигналу щодо його основного положення у послідовності сигналів та відрізняється від відомих тим, що величина часового зсуву складає чверть тривалості кодуючого сигналу;
4. Удосконалено метод формування незалежних завадозахищених каналів із застосуванням ортогонального кодування, який базується на додатковому зсуві у часі кодуючого сигналу відносно опорної їх послідовності та відрізняється тим, що величина часового зсуву відносно опорної послідовності складає 2-3 порядки

тривалості кодуєчого сигналу, що дозволяє ущільнити канали зв'язку без порушення якості їх роботи;

5. Отримав подальший розвиток метод кореляційного прийому надширокосмугових сигналів, який дозволяє збільшити співвідношення сигнал/завада на вході приймача;

6. Отримав подальший розвиток метод розпізнавання і вилучення інформаційного сигналу із суміші гаусового білого шуму та корисного сигналу шляхом кореляції прийнятого і опорного сигналу, що дозволяє підвищити достовірність прийому.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична значимість отриманих результатів полягає у тому, що розроблені у роботі моделі і методи є науково-практичною основою для забезпечення завадозахищеності із підтримкою якості обслуговування в безпроводових телекомунікаційних систем. Представлені на їх основі інженерні методи та алгоритми дають змогу в широкій смузі частот здійснювати багатоканальний зв'язок, який забезпечує захист та прихованість інформації в безпроводових мережах; підвищити захист від зовнішнього електромагнітного випромінювання та пасивних завад, захистити від багатопроменевого розповсюдження радіохвиль. За темою досліджень отримано 2 патенти України на винахід, 4 патенти України на корисну модель та 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір, які підтверджують новизну і практичну значимість результатів дисертації.

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

- у науково-дослідному та проектно-конструкторському інституті «Молнія» НТУ «ХПІ» (м. Харків);
- у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при використанні в навчальному процесі кафедри «Системи інформації ім. В.О. Кравця», а саме у навчальних курсах «Електромагнітна сумісність», «Теорія інформації та кодування».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні ідеї здобувача та результати дослідження викладено у 34 роботах, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 2 статті у закордонних наукових фахових виданнях, які включені до міжнародної наукометричної бази Web of Science, 5 статей в наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародної наукометричної бази Scopus що віднесені до 1-3 кuartилів, 11 тез доповідей та матеріалів конференцій, 2 патенти України на винахід, 6 патентів України на корисну модель та 2-свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір. Основні результати дисертаційної роботи у цих публікаціях відображено достатньо повно.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у

дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

У сформульованому 3-му пункті новизни (стор.8) та матеріалах дисертації (стор.63) не показано, чому величина зсуву складає четверть тривалості кодуєчого сигналу.

Запропонована у другому розділі модель розділеного формування опорного та інформаційного сигналів має переваги перед іншими розглянутими моделями, але конкретно не зазначено які.

У третьому розділі запропоновано модель антени, де формування сигналу випромінювання здійснюють шляхом інтерференції у загальному еквівалентному просторі антени, але не пояснене чому.

Безпосереднє випромінювання до вільного простору серії малопотужних чипів, коли рівень сигналу випромінювання дорівнює чи нижче за рівень шуму, обмежує робочу зону безпроводового зв'язку, величину якої в матеріалах дисертації не зазначено.

Існують недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки. Так табл.1.1 (стор. 22) немає назви, замість терміну «безпроводова» застосовано термін «безпроводна» (стор. 101).

При огляді наукової думки за темою дисертації та досягнень різних вчених слабо проаналізований внесок вчених з розвинутих країн світу (США, європейських країн, Японії тощо).

Зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової та практичної цінності.

ВИСНОВОК

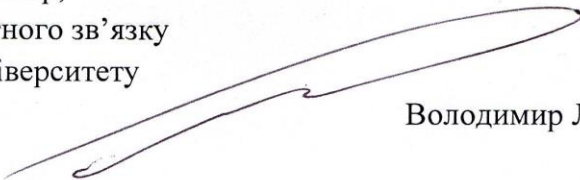
Дисертаційна робота Лазуренка Богдана Олександровича «Моделі і методи підвищення якості мобільного зв'язку шляхом застосування надширококуосмугових

технологій» є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу щодо розробки нових та удосконалення існуючих моделей і методів, пов'язаних із забезпеченням завадозахищеності та якості обслуговування в безпроводових телекомунікаційних мережах.

Подана дисертаційна робота Лазуренка Богдана Олександровича відповідає спеціальності 172 – «Телекомунікації та радіотехніка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Лазуренко Богдан Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент


доктор технічних наук, професор,
професор кафедри транспортного зв'язку
Українського державного університету
залізничного транспорту



Володимир ЛИСЕЧКО

Учений секретар

Українського державного університету
залізничного транспорту,
кандидат технічних наук, доцент



Олександр ЖУЧЕНКО



24.07.2024