

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу
Шмігеля Богдана Олеговича
на тему «Підвищення продуктивності низькоенергетичних
безпроводових каналів зв'язку сенсорних телекомунікаційних систем»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

Сенсорні мережі являють собою чи не єдине інженерне та економічно виправдане рішення у разі необхідності оперативного розгортання, мобільності та гнучкості організації мережі в широкому спектрі практичних застосунків пов'язаних зі збором та обробкою інформації. Однією із ключових задач забезпечення функціонування сенсорної мережі є забезпечення надійного та ефективного передавання інформації в умовах обмежених ресурсів, зокрема, енергетичних. Тому поставлена мета дисертаційної роботи наближення продуктивності каналу зв'язку до пропускної здатності за рахунок синтезу відповідних сигнално-кодових конструкцій при обмежених ресурсах каналу безумовно являється актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вдосконалено векторно-фазовий метод для визначення завадостійкості багатопозиційних сигналів, при цьому відмінність полягає в тому, що реалізовано можливості використання методу в умовах низької енергетики каналу (при значеннях відношення сигнал/шум до 10 дБ). Завдяки цьому підвищено точність оцінці показників завадостійкості сигналів при значеннях відношення сигнал/шум до 10 дБ, доведена суттєва похибка при використанні традиційного аналітичного оцінювання достовірності передавання інформації в умовах низької енергетики, що суттєво позначилося на точність розрахунків показників продуктивності каналу зв'язку в цих умовах. Усунена похибка визначення ймовірності помилки P_b складає до 90% при зміні відношення сигнал/шум в діапазоні 2-5 дБ та до 25% в діапазоні 5-10 дБ у порівнянні із використанням традиційних аналітичних формул.

2. Вдосконалено методику визначення умов підвищення показників продуктивності на основі зміни швидкості передавання інформації від джерела, при цьому відмінність полягає в тому, що за рахунок синтезу параметрів багатопозиційних сигнално-кодових конструкцій визначено умови досягнення

екстремумів продуктивності каналу зв'язку. Завдяки вдосконаленій методиці продуктивність каналу зв'язку наближено до його пропускної здатності – границі Шеннона та доведено можливість підвищення продуктивності каналу зв'язку на 30% в порівнянні з каналом зв'язку із незмінною швидкістю передавання інформації при еквівалентному відношенню сигнал/шум.

3. Вдосконалено методику оцінки ефективності використання ресурсів каналу зв'язку, при цьому відмінність полягає в тому, що оцінка ефективності передавання дискретних сигналів дозволяє наочно відображає динаміку зміни відношення потужності сигналу шум на вході демодулятора одночасно для показників енергетичної, частотної та інформаційної ефективності. Завдяки вдосконаленій методиці досягнуто можливість порівняння динаміки зміни показників ефективності при використанні різних багатопозиційних сигнально-кодових конструкцій та обрання доцільного сполучення виду модуляції та способу кодування в залежності від обмежень в каналі зв'язку.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Інформаційно-комунікаційних технологій та систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР під керівництвом професора кафедри ІКТС, доктора технічних наук, професора Уривського Леоніда Олександровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання наближення продуктивності каналу зв'язку до пропускної здатності за рахунок синтезу відповідних сигнально-кодових конструкцій при обмежених ресурсах каналу. виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Шмігеля Богдана Олеговича повністю відповідає Стандарту 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 інформаційні та комунікаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шмігеля Богдана Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, plagiatu та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Здобувач дотримується принципів академічної доброчесності, що підтверджується відсутністю plagiatu та фальсифікації даних у його

публікаціях. Всі співавтори зазначені у публікаціях, а їхній внесок відображені чітко та зрозуміло.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою, має структуру закінченої науково-дослідної роботи, містить обґрунтовану постановку задачі на основі достатньо повного огляду літературних джерел, дослідженю математичних моделей, аналізу аналітичних виразів та характеристик систем передачі інформації в цілому. Дисертаційна робота написана на високому науковому рівні з використанням загальноприйнятої інженерної термінології, а стиль викладення результатів наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 137 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано предмет, об'єкт, мету і завдання дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Наведено дані про впровадження результатів роботи, публікації та особистий внесок автора.

В першому розділі розглянуто основи побудови сенсорних елекомуникаційних систем, зроблено огляд стандартів безпроводового зв'язку та архітектуру та класифікацію сенсорних мереж. Розглянуто показники якості функціонування каналів зв'язку СТС та критерії підвищення продуктивності систем з використанням цих стандартів, сформульовано цілі і зроблена постановка задачі дослідження якості зв'язку в каналах систем сенсорного зв'язку. Описано методологію оцінки продуктивності каналів зв'язку при використанні широкосмугових сигналів та сигнально-кодових конструкцій.

В другому розділі розглянуто властивості ШСС та проведено порівняння характеристик завадостійкості з ВСС при однаковій потужності випромінювання та способі обробки. Проведено аналіз використання ШСС при незмінній енергії сигналу та описано доцільність використання в умовах низької енергетики каналу.

В третьому розділі проведено розробку методики оцінки достовірності передачі сигналів в СТС. Зроблено аналіз методів оцінки достовірності передачі сигналів. Розроблено методику оцінки граничних показників достовірності широкосмугових сигналів зв'язку та сигнально-кодових конструкцій. Дано рекомендації щодо вдосконалення методики оцінки завадостійкості на основі векторно-фазового методу.

В четвертому розділі проведено дослідження показників продуктивності каналів зв'язку СТС в умовах низької енергетики. Зроблено аналіз енергетичних границь використання сигналів каналів зв'язку СТС за критерієм продуктивності. Описано методику визначення екстремумів продуктивності в

різних енергетичних умовах. Визначено особливості забезпечення необхідної продуктивності каналів зв'язку СТС в умовах низької енергетики. Проведено оцінку інформаційної ефективності використання каналів зв'язку СТС в умовах низької енергетики. Зроблено аналіз методики оцінки ефективності каналів зв'язку. Модифіковано методику оцінки ефективності з урахуванням особливостей каналів зв'язку СТС. Проведена оцінка показників інформаційної ефективності безпроводових каналів зв'язку СТС.

Логічним завершенням дослідження є обґрунтовані відповідно до поставлених завдань дослідження загальні висновки.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертаций».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 19 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 розділ колективної монографії у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus; 4 статті у виданнях іноземних держав.

Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях, зокрема 5 із них індексовані в базі Scopus.

Основні результати відображені в чотирьох наукових працях, де автор самостійно сформував завдання і мету дослідження, а отримані результати повністю відображені в дисертаційній роботі. Здобувач має значний особистий внесок у всі наукові публікації, що були опубліковані разом із співавторами, зокрема особисто здобувачу належать такі внески: вдосконалено векторно-фазовий метод, вдосконалено методику оцінки ефективності використання ресурсів каналу зв'язку, досліджено властивості широкосмугових сигналів в умовах низької енергетики, проведено дослідження показників продуктивності каналів зв'язку СТС в умовах низької енергетики.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В дисертації Рис. 1.5 наведено схему комплексної системи передавання інформації, однак відсутній опис вузлів цієї системи А, Б, В, Г.

2. Було б доцільно перевірити вдосконалену методику оцінки завадостійкості багатопозиційних сигналів на основі векторно-фазового методу за допомогою статистичного моделювання цифрової системи зв'язку, наприклад в САПР MatLab.

3. На Рис. 3.14 та Рис. 3.16 отримані з допомогою векторно-фазового методу значення бітової помилки відсутні для високих значень h^2 .

4. Було б доцільно проаналізувати і навести в дисертаційній роботі граничні значення енергетичної характеристики а при яких доцільно використовувати той чи інший вид модуляції.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Шмігеля Богдана Олеговича на тему «Підвищення продуктивності низькоенергетичних безпроводових каналів зв’язку сенсорних телекомунікаційних систем» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної добросердечності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв’язує наукове завдання, що має істотне значення для електроніки та телекомунікацій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 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 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Шмігель Богдан Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Рецензент:

Доцент кафедри радіотехнічних систем
КПІ ім. Ігоря Сікорського
доц., к.т.н.

M.II.

«29» Серпень 2023 року

