

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу

Ярещенка Владислава Валерійовича
«МЕТОДИ ПОБУДОВИ КОДІВ ОДИНИЧНОЇ ВІДСТАНІ ДЛЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ
СИСТЕМ»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії,
галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»,
спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Тема дисертаційного дослідження Ярещенко В.В. «Методи побудови кодів одиничної відстані для енергоефективного обладнання телекомунікаційних систем» відповідає сучасним тенденціям розвитку цифрових телекомунікаційних технологій та актуальним задачам підвищення ефективності обробки й передачі інформації. Зростання обсягів даних у сучасних системах, вимоги до мінімізації енергоспоживання вбудованої апаратури, широке застосування енергонезалежної пам'яті та систем із низьким рівнем розсіювання потужності формують стійкий запит на нові методи кодування з покращеними властивостями збалансованості.

Коди одиничної відстані, зокрема класичний код Грея, широко застосовується на практиці для вирішення зазначених завдань. Однак їхня низька збалансованість суттєво обмежує ефективність мінімізації комутаційної активності та розсіювання потужності. Відсутність систематичного підходу до побудови та класифікації альтернативних кодів одиничної відстані з покращеними властивостями підтверджує наукову та практичну актуальність поставленої задачі.

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексу методів: побудови кодів на основі графових моделей гіперкуба, ієрархічної класифікації та конструктивного перерахування кодів одиничної відстані. У своїй сукупності ці методи утворюють систематичний підхід до побудови та аналізу кодів із покращеними характеристиками збалансованості, який раніше у науковій літературі не був представлений.

Практична значущість дослідження полягає у можливості впровадження запропонованих методів та кодів у сучасні телекомунікаційні системи з високими вимогами до продуктивності та енергоефективності, що дозволяє

оптимізувати споживання енергії, знизити ризик локальних перевантажень та підвищити ресурс пристроїв.

Соціальна значущість роботи обумовлена тим, що підвищення стійкості та ефективності телекомунікаційних систем безпосередньо впливає на надійність цифрової інфраструктури, від якої залежить робота критично важливих сервісів, державних і комерційних структур, а також якість життя користувачів у сучасному інформаційному суспільстві.

2. Оцінка наукового рівня дисертації

Представлене дисертаційне дослідження вирізняється цілісністю підходу до розробки та перевірки запропонованих методів. Автор чітко узгоджує поставлені завдання з отриманими результатами, забезпечуючи логічний перехід від теоретичного обґрунтування до практичної реалізації.

Застосування апарату теорії графів, теорії груп еквівалентних перетворень та комбінаторних методів перерахування свідчить про належний математичний рівень дослідження. Теоретичні результати підкріплено детальними прикладами та верифіковано шляхом порівняльного аналізу з відомими кодами.

Поєднання теоретичного обґрунтування з розробкою конкретних програмних і апаратних засобів та підтвердженою практичною апробацією свідчить про достатній науковий рівень виконаної роботи.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків.

Наукові положення та висновки дисертаційної роботи «Методи побудови кодів одиначної відстані для енергоефективного обладнання телекомунікаційних систем» Яреценка В.В. мають достатній рівень обґрунтованості, що підтверджується комплексом ознак, передбачених сучасними критеріями наукової достовірності.

1. Розроблені методи побудови та класифікації кодів одиначної відстані відповідають реальним задачам цифрової обробки інформації в телекомунікаційних системах, що підтверджується урахуванням характеристик кодових послідовностей і вимог до збалансованості.

2. Розроблені методи мають узагальнений характер і не обмежуються конкретними значеннями розрядності, використаними в дослідженні. Принципи ієрархічної класифікації та конструктивного перерахування є універсальними для будь-яких кодів одиначної відстані та можуть бути застосовані у різних галузях цифрової техніки.

3. Коректність запропонованих методів підтверджена узгодженістю результатів, отриманих теоретичним аналізом властивостей кодових множин,

програмною реалізацією алгоритмів та порівняльним аналізом із відомими кодами. Збіг результатів свідчить про достовірність і відтворюваність висновків.

4. Логічна структура роботи забезпечує чітке пояснення шляху від постановки проблеми до отриманих висновків. Для кожного з розроблених методів наведено математичне обґрунтування, опис алгоритмів, умови застосування та результати порівняльного аналізу з існуючими підходами.

5. Результати ґрунтуються на аналітичному та обчислювальному моделюванні, яке охоплює різні значення розрядності коду та різні групи еквівалентних перетворень. Порівняльні дослідження за основними показниками збалансованості підтверджують переваги запропонованих методів.

Таким чином, наукові положення та висновки дисертації є достовірними, аргументованими та придатними до узагальнення, що забезпечує їх наукову та прикладну цінність для подальшого розвитку телекомунікаційних систем.

4. Наукова новизна одержаних результатів.

В результаті проведеного дисертаційного дослідження, в роботі отримані наступні наукові результати.

1. Вперше розроблено метод ієрархічної класифікації кодів одиничної відстані, у якій множина об'єктів розбивається на класи еквівалентності відносно заданої для кожного ієрархічного рівня групи перетворень та визначаються типові представники для кожного класу еквівалентності. Застосування методу ієрархічної класифікації дозволяє спростити аналіз множин кодів, досліджуючи властивості типових представників окремих класів еквівалентності.

2. Вперше розроблено метод конструктивного перерахування кодів одиничної відстані, заснований на визначенні інваріантів та генерації системи різних типових представників, що дозволяє формувати та аналізувати коди одиничної відстані з заданими властивостями збалансованості без повного перебору варіантів, спрощуючи задачу вибору оптимального кодування.

3. Отримав подальшого розвитку метод побудови кодів одиничної відстані, що базується на моделі гіперкуба та пошуку гамільтонового шляху в гіперкубі, який дозволяє формувати множини кодів одиничної відстані заданої довжини.

5. Практичне значення результатів дослідження.

Практична значущість результатів дослідження полягає у створенні комплексу технічних рішень, алгоритмів та програмних реалізацій, які спрямовані на підвищення ефективності обробки інформації в енергоефективному обладнанні телекомунікаційних систем.

Запропонований метод побудови та метод конструктивного перерахування кодів одиначної відстані дозволяють отримати коди, збалансованість яких перевищує відповідний показник класичного коду Грея у 2,5 рази (для коду довжиною 3) та у 6 разів (для коду довжиною 4).

Метод ієрархічної класифікації дозволяє скоротити кількість варіантів, що аналізуються, на 97-99%, залежно від розрядності коду, за рахунок використання тільки типових представників та спрощуючи відбір кодів із заданими властивостями.

Результати дослідження впроваджено у практику ДП «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», ПП «Софтвеа Експерт», а також у навчальний процес Українського державного університету залізничного транспорту та Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Таким чином, результати дисертаційної роботи мають прикладну спрямованість, можуть бути масштабовані для впровадження в інших телекомунікаційних системах та здатні покращувати ефективність та надійність цифрової інфраструктури.

6. Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих працях.

Основні результати та наукові положення дисертаційного дослідження представлено автором у 24 наукових публікаціях, зокрема у 4 статтях у фахових виданнях, в тому числі 2 статті у виданні, що індексується у МНБД Scopus та 12 тезах доповідей на міжнародних наукових конференціях. У публікаціях відображено основні елементи дисертації: мету, завдання, методи дослідження, розроблені методи та алгоритми, результати математичного моделювання, а також основні висновки.

Зміст публікацій повністю відповідає структурі та науковій проблематиці дисертації, що забезпечує їх повноту та цілісність у відображенні отриманих результатів. У кожній роботі чітко окреслено особистий внесок здобувача.

Рівень апробації результатів дослідження відповідає вимогам МОН України до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеності і відповідності встановленим вимогам.

Дисертаційна робота «Методи побудови кодів одиначної відстані для енергоефективного обладнання телекомунікаційних систем» Яреценка В. В.

повністю відповідає ОНП спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» для третього рівня освіти.

Рецензоване дисертаційне дослідження має загальноприйнятну структуру, складається з анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків та має загальний об'єм 184 сторінки. Список використаних джерел містить 170 найменувань, що свідчить про змістовний аналіз теми дослідженням здобувачем.

У вступі наведено обґрунтування актуальності теми, визначено наукову проблему, мету, предмет, об'єкт дослідження, сформульовано основні завдання, окреслено новизну і практичну цінність, представлено інформацію про публікації та особистий внесок автора.

Перший розділ присвячено аналізу існуючих методів підвищення ефективності кодування, огляду кодів одиничної відстані та їх застосувань у телекомунікаційних системах.

Другий розділ містить розробку методів побудови та ієрархічної класифікації кодів одиничної відстані на основі теорії графів і груп еквівалентних перетворень.

У третьому розділі розроблено метод конструктивного перерахування кодів на основі системи типових представників.

Четвертий розділ містить порівняльний аналіз ефективності розроблених методів та опис відповідного програмно-апаратного забезпечення.

У висновках наведено основні результати дисертаційної роботи, які вирішують актуальну наукову проблему та розв'язують поставлені в роботі задачі.

Зміст дисертації, публікації автора та висновки свідчать, що поставлене завдання виконано в повному обсязі. Матеріали чітко відповідають темі дослідження та послідовно відображають вирішення часткових завдань. Усі математичні викладки викладено у загальноприйнятій формі з використанням стандартної термінології, що робить їх зрозумілими для фахівців галузі.

Результати апробації та верифікації методів представлені з використанням порівняльних таблиць і графічних ілюстрацій, що відображають скорочення кількості аналізованих кодових варіантів та покращення збалансованості відносно класичного коду Грея для різних значень розрядності. Це дозволяє об'єктивно оцінити ефективність та практичну придатність запропонованих методів.

Послідовність викладу, структура матеріалу, а також наукові положення і висновки відповідають вимогам до дисертаційних робіт визначеним наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

8. Дані про відсутність текстових запозичень та порушення академічної доброчесності.

Перевірка тексту дисертаційної роботи «Методи побудови кодів одиничної відстані для енергоефективного обладнання телекомунікаційних систем» Яреценка В. В. та його наукових публікацій не виявила фактів плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів. Усі використані матеріали належним чином процитовані з посиланнями на першоджерела. Результати дослідження, наведені у роботі, отримані автором особисто або у співавторстві з відповідним зазначенням внеску. Порушень принципів академічної доброчесності не встановлено.

9. Зауваження до дисертації.

1. У підрозділі 2.2 подано опис графової моделі кодів одиничної відстані на основі гіперкуба та алгоритму пошуку гамільтонового шляху, однак не розкрито питання обчислювальної складності запропонованого алгоритму при збільшенні розрядності n . Доцільно навести оцінку часової складності та обговорити практичні обмеження методу.

2. У підрозділі 2.3 досліджено властивості кодів з одиничною відстанню та введено поняття збалансованості, але не розкрито зв'язок між збалансованістю коду та конкретними показниками енергоспоживання в реальних апаратних реалізаціях. Така конкретизація покращила б обґрунтування практичної цінності роботи.

3. У підрозділі 2.5 описано метод ієрархічної класифікації із введенням трьох рівнів еквівалентності, але недостатньо аргументовано вибір саме такої кількості ієрархічних рівнів. Доцільно обґрунтувати, чи є ця структура оптимальною та як вона масштабується для кодів більшої розрядності.

4. У підрозділі 4.1 проведено порівняльний аналіз збалансованості розроблених кодів відносно класичного коду Грея, однак не розглянуто порівняння показника комутаційної активності при реальних послідовностях вхідних даних. Доцільно було б показати, як збалансованість коду впливає на динамічне розсіювання потужності у конкретній апаратній реалізації.

Зауваження, висловлені під час рецензування, не носять принципового характеру та не впливають на об'єктивність і повноту викладених у дисертації наукових положень. Вони не зменшують цінність дослідження, не ставлять під сумнів його результати та не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

10. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Ярещенка Владислава Валерійовича «Методи побудови кодів одиничної відстані для енергоефективного обладнання телекомунікаційних систем» є повністю завершеною, оригінальною науковою працею, яка успішно вирішує актуальну науково-практичну проблему підвищення ефективності обробки інформації в енергоефективному обладнанні телекомунікаційних систем. В роботі представлено нові, науково обґрунтовані теоретичні та практичні відкриття та концепції, що відображають особистий науковий внесок автора в цю галузь та є оприлюдненими у відповідних публікаціях.

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та вимогам, визначеним наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та положенню «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженому Кабінетом Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 502 від 19.05.2023р.) та рекомендується до захисту, а її автор, Ярещенко Владислав Валерійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Рецензент:

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

Карина ТРУБЧАНИНОВА

« 06 » квітня 2026 року

Підпис засвідчую:



Особистий підпис
засвідчую 06.04. 2026 р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Карини ТРУБЧАНИНОВОЇ
Челомієв'Євгенія ЧЕЛОМБІТЬКО