

Голові спеціалізованої вченої ради ДФ 26.861.013
МАКАРЕНКУ АНАТОЛІЮ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ
Державний університет телекомунікацій
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
ЖУРАКОВСЬКОГО Богдана Юрійовича
на дисертацію МІЛОВОЇ Юлії Олексіївни за темою:
«Розробка методів і алгоритмів кодів для передачі інформації з постійними та змінними параметрами по цифрових каналах зв'язку», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» галузі знань 17 - Електроніка та телекомунікації

Актуальність обраної теми. Однією з обов'язкових умов розвитку інформаційного суспільства в Україні є постійне удосконалення національної телекомунікаційної інфраструктури. При побудові телекомунікаційних систем і мереж різного призначення необхідно використовувати сучасні технології, які реалізуються за допомогою цифрового обладнання. При цьому телекомунікаційна інфраструктура повинна задовольняти ряду вимог, серед яких важливе значення має забезпечення заданої достовірності передачі інформації. Ці проблеми в більшому вирішують завдяки використанню завадостійкого кодування. Залежно від виду телекомунікаційної послуги виникає необхідність розробки і використання різних методів завадостійкого кодування і декодування інформації. Тому актуальним завданням є визначення нових прогресивних методів завадостійкого кодування інформації для забезпечення подальшого розвитку інформаційного суспільства в Україні.

Запропонований в дисертаційній роботі Міловою Ю.О. поліпараметричний метод кодування цифрової інформації дає змогу розглядати методи завадостійкого кодування з відмінної від загальноприйнятого однопараметричного методу точки зору. Поліпараметричний метод дозволяє розширити рамки можливостей при передачі цифрової інформації завдяки присутності функціонального зв'язку між сусідніми кодовими словами, що дозволить в подальшому удосконалити і уразноманітнити процес передачі цифрової інформації.

Загальна характеристика дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження та вирішення задач, визначено наукову новизну і практичне значення



отриманих результатів, викладена загальна характеристика роботи. Наведено відомості про практичну цінність одержаних результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації. Представлено структуру та обсяг дисертації.

У **першому розділі** розглянуті відомі алгоритми завадостійкого кодування, зразки існуючих кодів, а також коди, які зараз тільки розробляються. Продемонстровані характеристики найпоширеніших завадостійких кодів.

Визначені поняття одно- та поліпараметричних блокових кодів. Сформульований принцип поліпараметричності при створенні перевірочних комбінацій блокових кодів, представлені їх особливості та сфери застосування, також визначені основні напрямки досліджень, щодо виконання поставленого наукового завдання.

У **другому розділі** детально розглянуті двійкові поліпараметричні кільцеві коди, перевірочні комбінації яких базуються на базі векторів показників зсуву прийнятого кодового слова. Надані способи побудови цих кодів. Розглянуті основні якості та закономірності даних кодів і їх векторів показників зсуву.

Отримані та сформульовані основні властивості AND-кільцевих кодів і породжуваних ними векторів показників зсуву.

Наголошено на тому, що головною особливістю кільцевих поліпараметричних кодів є те, що вони відносяться до груп і полів Галуа. Сформульований набір інваріантів, що дозволяє при необхідності звертатися до них при побудові ідентифікаторів та специфікаторів кільцевих кодів.

У **третьому розділі** представлені розроблені особливі кільцеві поліпараметричні коди, структура вихідного вектора яких пов'язана простою функціональною залежністю зі структурою елементів породжуваних ними векторів показників зсуву.

Доведена простота реалізації розглянутих в роботі сімейств ланцюгових і спеціальних кільцевих поліпараметричних кодів та можливість їх ідентифікації.

Наведені приклади отримання ідентифікаторів особливих кільцевих поліпараметричних кодів.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи розроблений новий метод отримання комбінацій цифрових поліпараметричних кодів, представлених цілими десятковими числами, завдяки нормуванню натурального ряду.

Представлені сумарні коди, які можна формувати простим додаванням елементів числового натурального ряду. Показано, що в цих кодах кожне кодове слово має зазвичай кілька параметрів, за якими його можна виділяти з певної кількості подібних кодових слів.

Наданий механізм стиснення кодового слова, яке представлено простим цілим числом, за допомогою проріджування натурального ряду.

Наведено алгоритм отримання поліпараметричних кодів, які є елементами нормованого натурального ряду. Продемонстрована його фрактальна структура.

Представлений механізм вилучення з простого натурального ряду квазіпростих чисел, які можна використовувати у якості поліпараметричних кодів кодування/декодування яких здійснюється за допомогою розробленої фрактальної матриці, на базі якої був створений елементарний блоковий цифровий поліпараметричний фрактальний код, який дозволяє безпосередньо виявляти і виправляти каналні помилки.

Наукова новизна результатів, які одержані під час проведення дисертаційного дослідження, полягає в тому, що автором:

1. Вперше розроблено метод поліпараметричного кодування дискретної цифрової інформації, що дозволяє створювати коди, перевірна комбінація яких формується завдяки використанню сусідніх кодових слів, пов'язаних функціональною залежністю.

2. Удосконалено методику створення перевірочних комбінацій поліпараметричних блокових лінійних кодів, яка, на відміну від існуючих однопараметричних, дозволяє при побудові кодової комбінації використовувати інформацію не тільки одного кодового слова, але і його сусідів, що пов'язані між собою функціональною залежністю

3. Удосконалена методика створення двійкових кільцевих поліпараметричних кодів, у якій, інформаційний ресурс в 2-5 разів перевищує інформаційний ресурс однопараметричних кодів, що забезпечує вірність і швидкість обміну даними

4. Вперше розроблено метод поліпараметричного кодування дискретної цифрової інформації, що дозволяє створювати коди, які є елементами нормованого натурального ряду

5. Вперше розроблено метод створення блокового цифрового поліпараметричного коду на основі фрактальної матриці, що дозволяє безпосередньо виявляти і виправляти каналні помилки

Практичне значення результатів досліджень полягає в тому, що використання методів поліпараметричного кодування при передачі інформації цифровими каналами зв'язку значно розширює спектр можливостей передачі даних з більшою швидкістю та підвищує достовірність цифрового контенту, що передається.

Важливість отриманих результатів підтверджується їх включенням до звіту про виконання науково-дослідної роботи, що виконувалася у Державному університеті телекомунікацій за темою «Дослідження застосування міліметрового і субміліметрового діапазонів в телекомунікаційних системах» (Реєстраційний № 0217U002846).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність.

Здобувачем зроблений змістовний опис і проведений ретельний аналіз методів і алгоритмів кодування цифрової інформації в сучасних засобах телекомунікації, що дозволило автору вірно сформулювати актуальну наукову задачу і часткові завдання дослідження та коректно визначити умови їх вирішення при проведенні дослідження.

Під час проведення досліджень автор спирається на відомі факти та наукові досягнення в сфері завадостійкого кодування та теорії чисел, завдяки яким були отримані основні результати дисертаційного дослідження.

Достовірність і обґрунтованість наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі, доводяться ретельним системним аналізом процесів побудови завадостійких поліпараметричних двійкових і десяткових кодів.

Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях. Наукова новизна отриманих автором результатів безсумнівна та достатня для дисертації здобувача ступеня доктора філософії. Основні наукові і практичні результати, що отримані в ході дисертаційного дослідження, опубліковано в 9 наукових працях, з яких 3 одноосібні. Ще одна стаття подана до друку.

Всього опубліковано в наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України, 5 статей (у тому числі 2 одноосібні) та 2 наукових статті (1 з яких одноосібна) у наукових періодичних виданнях інших держав, які включено до міжнародних наукометричних баз даних та 2 публікації у збірниках матеріалів праць міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Мова та стиль викладення матеріалу дисертації свідчать про вміння автора аргументовано викладати свої думки та, у цілому, відповідають вимогам МОН України. Сформульовані у дисертаційній роботі основні положення, висновки та рекомендації викладені у логічній послідовності та доказовій формі, що значно сприяє усвідомленню думок автора. Всі розділи дисертації мають внутрішню єдність і завершеність. Змістовне наповнення підрозділів роботи відповідає змісту визначених розділів.

Отримані підсумкові результати дисертації співпадають із загальною метою і конкретним науковим завданням, сформульованими у вступі. В цілому, дисертаційна робота сприймається як закінчена наукова праця, що містить нові наукові результати.

Відповідність змісту основних положень дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає основним вимогам ДАК України і дає повне уявлення про отримані результати дослідження та їх наукову новизну та практичну значимість.

Разом з тим, у дисертації існують деякі **недоліки**, що вимагають певних зауважень:

1. При визначенні методу поліпараметричного кодування у Розділі 1 доцільно б було представити порівняння характеристик кодів, створених методом поліпараметричного кодування, з характеристиками згорткових та LDPC-кодів.

2. У Розділі 2 представлена широка палітра властивостей поліпараметричних двійкових кодів, що виявляють та виправляють каналні помилки. Чи можна в залежності від зміни стану середовища передачі та якості каналу переходити від одного алгоритму кодування до іншого?

3. У Розділі 2 п.3.7 помилково вказана довжина коду N , яка не відповідає ні одному з наведених рисунків.

4. У Розділі 3 недостатньо обґрунтований вибір найкращого критерія при побудові перевірючих та виправляючих комбінацій спеціальних двійкових поліпараметричних кодів.

5. В Розділі 4 п.4.1 вказано, що при частковому виколюванні натурального ряду можна створити різні фрактальні структури, елементи яких використовуються в якості поліпараметричних кодових слів. Як вони будуть виглядати та яким чином при цьому буде змінюватись алгоритм стиснення?

6. В Розділі 4 п.4.7 бажано було продемонструвати використання підматриць фрактальної матриці на конкретному прикладі.

Вказані недоліки та зауваження носять рекомендаційний характер. І, хоча дещо знижують якість представлення здобувачем результатів проведених досліджень, не впливають на наукову новизну та практичну цінність виконаної ним дисертаційної роботи, а також не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Висновок. Вивчення дисертаційної роботи, та опублікованих здобувачем наукових праць дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота виконана на актуальну тему, являє собою логічно завершене наукове дослідження, що містить нові обґрунтовані наукові результати, які в сукупності є вирішенням сформульованої вище наукової задачі, та відповідає вимогам пп. 9-18 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінета Міністрів України, а її автор – Мілова Юлія Олексіївна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» галузі знань 17 - Електроніка та телекомунікації.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технічної кібернетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Б.Ю. ЖУРАКОВСЬКИЙ

Підпис д.т.н., професора Жураковського Б.Ю. засвідчую,

