

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Смаженко Катерини Олександрівні на тему:

“Компенсація надлишковості в блокових кодах на основі таймерних сигналів”,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми дисертації

Збільшення об'ємів передавання інформації в Україні потребує розробки більш ефективних цифрових систем зв'язку. Один із напрямків досліджень що дозволяє отримати успіх – це підвищення ефективності використання каналів зв'язку та забезпечення необхідної вірогідності передачі.

Для забезпечення необхідного рівня якості послуг зв'язку існує два основних напрямки розвитку галузі: по-перше, - введення в експлуатацію нових систем передачі інформації, по-друге, - підвищення ефективності використання існуючих і нових споруджуваних систем. Одним із способів підвищення ефективності використання систем зв'язку є підвищення інформаційної ефективності каналів зв'язку. Цю задачу можна вирішити двома способами: підвищувати частотну ефективність шляхом використання багатопозиційних ансамблів сигналів та підвищувати енергетичну шляхом використання завадостійкого кодування сигналу. При вирішенні цих завдань виникає проблема забезпечення необхідної якості передачі при мінімальних можливих інформаційних витратах.

Актуальність науково-технічної задачі, отриманих в дисертації, впливає з того, що по-перше, досліджується нові підходи щодо компенсації надлишковості блокових кодів за допомогою таймерних сигнальних конструкцій, враховуючі статистичні особливості розподілу помилок в дискретному каналі, і по-друге, на відміну від завадостійкого кодування на основі розрядно-цифрового кодування застосування таймерних сигналів не потребує введення додаткових перевірочних символів.

Напрямок і тематика досліджень дисертаційної роботи безпосередньо впливає з задач, які сформульовані в Постанові Кабінету Міністрів України № 942 від 7.09.2011 р. із змінами, внесеними постановою КМ № 556 від 23.08.2016 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» та виконувались в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри «Підвищення захищеності телекомунікаційних систем на основі методів кодування, шифрування та розширення спектра» Одеської національної академії зв'язку ім. О.С. Попова. Тема роботи пов'язана з такими пріоритетними напрямками наукових досліджень, як: теоретичні дослідження та розробка методів підвищення завадозахищеності цифрових систем зв'язку

ОНАЗ ім. О.С. Попова

№ 01-32-183

20 06 2019

на основі сумісного використання таймерних сигнальних конструкцій та блокових завадостійких кодів.

2. Загальна характеристика роботи

Дисертація виконана в Одеській національній академії зв'язку ім. О.С.Попова і являє собою рукопис на 179 сторінках, що містить у собі вступ, чотири розділи, висновок, список використаної літератури та додатки, у тому числі акт впровадження результатів роботи.

У вступі обґрунтована актуальність обраної теми дисертації і її зв'язок із державними науковими програмами й темами. Сформульовано мету й задачі дослідження. Наведено характеристики наукової новизни, теоретичного і практичного значення отриманих результатів. Відзначено особистий внесок здобувача і показаний ступінь апробації результатів.

В першому розділі проведено аналіз загальних положень теорії завадостійкості та розглянуто особливості застосування математичних моделей дискретних каналів. Надана оцінка інформаційним параметрам блокових кодів. Оцінено корегувальні здібності позиційного коду та досліджено граничні значення надлишковості в залежності від статистики розподілу помилок у дискретному каналі. Розглянуто недоліки позиційного кодування та перспектива підвищення завадостійкості в телекомунікаційних системах на основі таймерних сигналів. Обґрунтовано доцільність дослідження сумісного використання таймерних сигнальних конструкцій з блоковими кодами.

У другому розділі надано аналіз ефективності систем зв'язку по забезпеченню завадостійкості на основі непозиційних сигнальних конструкцій, до яких відносяться таймерні сигнали. Надано оцінку збільшення інформаційної ємності найквістого елемента в бінарному каналі з таймерними сигнальними конструкціями. Запропоновано метод формування надлишкових таймерних сигналів з розділеними множинами синдромів для виявлення й виправлення помилок. Дана оцінка ефективності застосування двосимвольних ансамблів в симплексних системах на основі таймерного кодування. Оцінено параметри спотворень таймерних сигналів в нестационарних каналах зв'язку.

Досліджено властивості збільшення інформаційної ємності найквістого елемента в бінарному каналі при таймерному кодуванні. До основного недоліку позиційного кодування слід віднести той факт, що кратність інтервалу між суміжними моментами модуляції дорівнює найквістовому елементу. При побудові конструкцій блокового коду підвищення завадостійкості здійснюється шляхом збільшення часу передавання через додаткові r надлишкових елементів, що неминуче знижує інформаційну ефективність η системи. Теоретично обґрунтовано доцільність використання таймерних сигналів для завдання підвищення інформаційної ємності одного найквістого елемента за рахунок зменшення енергетичної відстані між сигнальними конструкціями.

Проведену статистичну обробку проведеного експерименту передавання таймерних сигналів для реального каналу зв'язку. Це дало змогу вияви характер спотворень сигнальних конструкцій.

Запропоновано метод формування надлишкових корегувальних таймерних сигналів з розділеними множинами векторів синдромів для виявлення й виправлення помилок, що дало змогу підвищити якість декодування кодових слів.

Досліджено ефективність застосування двохсимвольних ансамблів в симплексних системах на базі коригувальних таймерних сигнальних конструкцій, що дозволило збільшити швидкість передавання порівняно з передачею надлишковим позиційним кодом у два рази більше.

У третьому розділі надано аналіз ефективності компенсації надлишковості в блокових кодах за рахунок таймерних сигнальних конструкцій. Розроблено метод розділення векторів помилок, що виправляються і виявляються в кодах Слепяна. Запропоновано синтез завадостійкого блокового коду Слепяна (9,5) з компенсацією його надлишковості таймерними сигналами. Розглянута параметрична оцінка якості приймання елементів кодової конструкцій в кодах Слепяна. Досліджена ефективність компенсації надлишковості таймерними сигналами в блокових кодах: коду з парним числом одиниць; коду Хеммінга; коду з відношенням $3/4$; циклічних кодів з довжиною комбінацій $n > 10$.

Доведено, що спільне використання ТСК і РЦК дозволяє в компенсувати надлишковість коригувального коду та зменшити ймовірність невиявленої помилки в кодовому блоці на 2-6 порядку.

Четвертий розділ містить одержані автором результати досліджень щодо статистичних властивостей таймерних сигнальних конструкцій (коефіцієнти взаємної кореляції, автокореляційні і взаємокореляційні функції, односторонні спектральної щільності таймерних сигналів та інше) по виявленню помилок та застосування нових підходів до їх декодування в часовій та частотній областях.

Проведено аналіз впливу виду імпульсної реакції лінійної системи на якість виявлення сигналів. Встановлено, що відсутність парної симетрії реакції лінійної системи вказує на нелінійність фазочастотної характеристики, що призводить до міжсимвольних спотворень і зменшує функцію правдоподібності виявлення сигналу.

Запропонована можливість удосконалення систем зв'язку на основі непозиційних сигналів. Запропоновано метод передавання із застосуванням мультиплексування імпульсів таймерних сигналів з подальшою їх ортогоналізації й модуляцією для підвищення завадостійкості сигнальних конструкцій в каналі.

Зміст дисертації викладений технічно грамотною, зрозумілою мовою.

Дисертація оформлена відповідно до встановлених вимог.

Автореферат дисертації містить у собі загальну характеристику і короткий виклад змісту дисертації і повністю відбиває зміст виконаної дисертаційної роботи.

3. Достовірність і обґрунтованість результатів і висновків дисертаційної роботи

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, впливають із подальшого:

- теоретичні розрахунки базуються на фундаментальних положеннях і не суперечать відомим науковим фактам;
- теоретичні результати обґрунтовані коректним використанням математичного апарату теорії ймовірності, теорії потенційної завадостійкості, теорії завадостійкого кодування, математичної статистики, комбінаторики, а також математичного моделювання та імітаційного моделювання на ПЕОМ;
- достовірність отриманих автором прикладних результатів дослідження підтверджується результатами моделювання на ПЕОМ, натурними дослідженнями та актом впровадження.

4. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна здобутих результатів полягає в наступному:

- запропоновано метод компенсації надлишковості для коригувальних блокових кодів шляхом застосування таймерних сигналів, що дало змогу підвищити кодову швидкість та зменшити ймовірність невиявленої помилки для коду;
- удосконалено блоковий код Слепяна (9,5) шляхом збільшення множини синдромів для підвищення його коригувальної здатності до значення мінімальної кодової швидкості $d_0=5$ та запропоновано механізм компенсації його надлишковості таймерними сигналами;
- запропоновано метод формування надлишкових таймерних сигналів для підвищення якості декодування кодових слів шляхом розділення множин векторів синдромів виявлення й виправлення помилок;
- запропоновано метод модуляції та демодуляція таймерних сигнальних конструкцій, що підвищує завадостійкість та швидкість передавання інформації;

Отримані особисто здобувачем наукові результати і зроблені їм висновки є новими. Вони переконливо підтверджені теоретично й експериментально.

5. Повнота опублікованих основних результатів у наукових виданнях

Результати дисертаційної роботи опубліковані в 19 наукових працях, в тому числі: 10 – в фахових наукових виданнях за Переліком фахових видань

України та індексуються міжнародними наукометричними базами; 5 – тез доповідей на науково-практичних конференціях та форумах.

6. Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Автором одержані нові результати досліджень слід вважати значним внеском до теорії завадостійкого кодування.

Запропоновані автором методи, що дозволяють збільшити швидкість передачі, можна трансформувати для вирішення завдання стиснення спектра сигналу.

Результати дисертаційної роботи доцільно рекомендувати до публікації у вигляді окремої монографії, яка буде корисною для наукових працівників та інженерів, зайнятих створенням сучасних засобів телекомунікацій, а також викладачам та студентам .

7. Недоліки, виявлені в дисертаційній роботі

1. На сторінці 46 дисертації сказано, що для збільшення коригувальної здатності потрібно вибирати дозволені таймерні сигнали за допомогою рівняння якості (2.3), проте не зрозуміло, які повинні бути коефіцієнти A_i і модуль A_0 .

2. В четвертому розділі запропоновано новий підхід декодування таймерних сигнальних конструкцій на основі досліджених їх статистичних характеристик (коефіцієнти взаємної кореляції, автокореляційні і взаємокореляційні функції та інше), проте не сказано, як це реалізуються з практичної сторони.

3. В запропонованому методі модуляції за допомогою ортогоналізації та мультиплексуванні імпульсів таймерних сигналів нічого не сказано про можливу кількість каналів.

4. При розгляданні методу компенсації надлишковості блокових кодів в основному акцент робився коди з невеликими довжинами кодових комбінацій. Проте, стає питання про можливість застосування цього методу для кодових блоків з більшими довжинами $n > 100$.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

8. Висновки

В представленій дисертації на тему “Компенсація надлишковості в блокових кодах на основі таймерних сигналів” вирішена важлива наукова і практична задача підвищення ефективності використання існуючих каналів зв’язку, що є актуальним для впровадження сучасних технологій передачі інформації.

Розглянута дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, пп. 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор – Смаженко Катерина Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02-телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

кандидат технічних наук,
доцент кафедри телекомунікаційних
систем та мереж Державного
університету телекомунікацій


Гринкевич Ганна Олександрівна

Учений секретар Державного
університету телекомунікацій


Попов Олександр Валентинович