

67-72-7/2
15.01.16

Голові спеціалізованої вченої ради Д 35.052.10
Національного університету "Львівська політехніка"
79013, Львів-13, вул. С. Бандери, 12

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, професора кафедри телекомунікаційних систем Одеської національної зв'язку ім. О.С. Попова Лісового Івана Павловича на дисертаційну роботу Політанського Руслана Леонідовича «Розроблення заводозахищених систем передавання інформації на основі псевдовипадкових коливань та фрактальних сигналів», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми роботи

Важливою проблемою техніки передачі повідомлень є збільшення пропускну здатності системи передачі. В існуючих телекомунікаційних системах в якості переносника широко застосовуються гармонічні коливання або періодична послідовність імпульсів та лінійні методи: частотного, почасового і фазового розділення сигналів. Однак можливий ще один, більш загальний вигляд лінійного розподілу - розподіл за формою сигналу, який є перспективним у ширококутових системах зв'язку із застосуванням шумових і шумоподібних сигналів.

Можливість побудови систем передачі з ширококутовими сигналами доведена академіком В. А. Котельниковим який показав, що потенційна заводостійкість системи зв'язку при дії гауссових завод є інваріантною до ширини смуги частот. К. Шеннон показав, що шумовому сигналу притаманна максимальна ентропія і вказав принцип побудови систем зв'язку з шумовими сигналами.

Застосування шумових сигналів дозволяє здійснити прийом сигналів з рівнем нижче рівня завод, підвищити стійкість системи зв'язку до флуктуаційних і зосереджених завод, радикально вирішити проблему багатопроменевого поширення електромагнітних хвиль.

Основні характеристики телекомунікаційних систем (швидкість передачі, заводостійкість, достовірність, прихованість дії) при застосуванні традиційних методів, що засновані на детермінованих сигналах, досягають граничних значень. Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є розвиток сучасних високошвидкісних телекомунікаційних систем, що мають високі показники захищеності від завод та прихованості процесу передавання інформації та базуються на використанні ширококутових сигналів із великою базою. Одним із методів формування таких сигналів є їх синтез на основі хаотичних коливань у системах з дискретною функцією відображення. При цьому псевдовипадкові бінарні послідовності (ПВП), що генеруються

повинні задовольняти наступним вимогам: велика розмірність, збалансованість структури, припустимі значення автокореляційної (АКФ) та взаємкореляційної (ВКФ) функцій.

Крім поширених криптографічних методів захисту інформації, набувають поширення методи, що забезпечують високу прихованість процесів передавання (стеганографія). При цьому розрізняють енергетичну, структурну та інформаційну прихованість сигналів. Вдале вирішення проблеми прихованого передавання пов'язане із вдосконаленням методів формування широкосмугових сигналів на основі таймерно-сигнальних конструкцій та хаотичних сигналів.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню проблем синтезу моделей телекомунікаційних систем, що використовують псевдовипадкові послідовності та фрактальні сигнали з різними схемами формування, шифрування, кодування та декодування цифрового сигналу псевдовипадковим сигналом переносником.

Дисертаційні дослідження безпосередньо пов'язані з основними положеннями «Концепції національної інформаційної політики», «Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні», Закону України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» і вирішують фундаментальне протиріччя, яке полягає у підвищенні швидкості передавання шифрованої інформації в умовах дії завад у каналі з адитивним білим гаусовим шумом.

Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури, що налічує 221 найменування на 24 сторінках, 3 додатки на 8 сторінках, 161 рисунок, 10 таблиць, загальний обсяг роботи становить 300 сторінок.

У дисертаційній роботі сформульовано:

мету роботи, яка полягає у розробленні та дослідженні властивостей програмно-апаратних реалізацій моделей телекомунікаційних систем із підвищеною завадостійкістю із псевдовипадковими та фрактальними сигналами;

об'єкт досліджень, яким являються процеси передавання та оброблення інформації в телекомунікаційних системах з підвищеною захищеністю від завад заснованих на використанні псевдовипадкових та фрактальних сигналів;

предмет досліджень яким є хаотичні коливання і фрактальні сигнали та методи їх використання у телекомунікаційних системах;

наукові методи дослідження: теорія інформації та кодування, теорія сигналів і процесів, теорія ймовірності, числові методи розв'язування диференційних рівнянь, теорія фракталів, статистичні методи, математичне та імітаційне моделювання випадкових процесів, експериментальні методи дослідження.

3. Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі.

В дисертаційній роботі отримано такі основні нові наукові результати:

Вперше:

- із використанням методу усереднення за реалізаціями досліджено вплив коефіцієнту часового масштабування на енергетичні, кореляційні та статистичні характеристики сигналів типу фрактальний гаусів шум у моделі Мандельброта; виявлено значний вплив цього параметру на спектральні та статистичні характеристики «рожевого» шуму (з показником Херста 0,1).

- розроблено метод декодування символів з сигналом переносника типу фрактальний гаусів шум, що базується на порівнянні кластерів, які формуються у фазовому просторі прийнятих сигналів, оснований на кількісних характеристиках кластерів (корінь квадратний із суми квадратів відстаней від точок кластера до його центру); показано, що розпізнавання символів закодованих ФГШ із показниками Херста 0,1 та 0,9 можливе при співвідношенні сигнал/шум у каналі рівному -7,5 дБ та при значенні похибки синхронізації рівному 80% від тривалості сигналу синхронізації.

- розроблено метод декодування повідомлень з манчестерським сигналом та закодованих псевдовипадковими послідовностями типу ФГШ, що базується на оцінюванні та порівнянні значень розпізнавальних параметрів кластерів сусідніх сигналів і є стійким до дії зовнішніх електромагнітних впливів та уможливорює процес декодування без визначення рівня шуму в каналі.

Подальшого розвитку набули:

- модель захищеної багатокористувацької системи передавання повідомлень із клієнт-серверною архітектурою, що використовує алгоритм CRC-32, ключами якого є псевдовипадкові послідовності, які формуються дискретним логістичним відображенням із забезпеченням синхронного обміну; конфіденційність процесу передавання інформації у системі забезпечується потужністю простору ключів, що визначається точністю представлення початкового значення хаотичного коливання та параметру керування логістичного відображення, що становить 2^{29} ;

- математичне моделювання впливу каналного кодування на перебіг процесу входження до синхронізму між генераторами хаотичних коливань приймальної та передавальної станцій телекомунікаційної системи; в результаті моделювання встановлено, що використання відносно нескладних схем лінійного блокового кодування забезпечує зменшення часу входження до синхронізму приймальної та передавальної станцій системи на 100...200 нс;

- дослідження синхронної роботи автоколивальних генераторів з різними методами синхронізації, що використовуються у цифрових системах передачі з застосуванням різних методів оцінювання якості синхронного відгуку, що впливає на якість передавання інформації в умовах моделювання каналу фільтром низьких частот; встановлено значення коефіцієнта зв'язку

між генераторами та граничної частоти зрізу фільтру нижніх частот для генераторів різного походження;

- встановлено, що синхронізація генераторів псевдовипадкових коливань приймальної та передавальної сторін системи передачі інформації є можлива при значеннях коефіцієнта зв'язку між ними більшим 2 та нормованій частоті зрізу фільтру нижніх частот, який моделює канал зв'язку, що дорівнює 6. Встановлено значення параметрів системи Лоренца, що описують генератор хаотичних сигналів σ , r , b , які застосовуються для кодування інформації, при яких має місце стійка синхронізація та якісне передавання інформації в телекомунікаційних системах.

Удосконалено:

- метод синтезу широкосмугових сигналів типу «фрактальний сплайн» призначених для кодування інформації; в результаті дослідження властивостей синтезованих сигналів встановлено, що: сигнали є складними зі значеннями бази біля 200 якщо сигнал генерувати п'ятьма формуючими елементами; кореляційні та спектральні характеристики сигналів які виробляються подібні до характеристик шумоподібних сигналів і забезпечують високу стійкість до завад, що забезпечує можливість їх розпізнавання в умовах складних електромагнітних обставин.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, наданих у дисертації, їхня достовірність.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів та висновків отриманих у процесі виконання досліджень підтверджена використанням сучасних методів математичного та комп'ютерного моделювання у поєднанні із експериментальними дослідженнями лабораторних макетів окремих функціональних вузлів телекомунікаційної системи; детальним та всебічним аналізом отриманих на основ розроблених фізичних моделей результатів.

5. Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях.

Усі пункти наукової новизни, висновки та результати, що приведені у авторефераті та дисертації відображені у статтях, опублікованих у фахових наукових виданнях відповідного профілю, а також захищені трьома патентами протягом останніх 6 років.

Апробація основних наукових та практичних результатів дисертаційної роботи проводилась на науково-технічних конференціях та науково-практичних семінарах у 2010-2015 рр.

Загальний список наукових праць, опублікованих автором за темою дисертації налічує 53 праці. Серед них: 1 монографія у співавторстві, 29 статей, із яких – 24 статті у наукових журналах та збірниках наукових праць, що включені до Переліку наукових фахових видань України, 4 статті опубліковані у провідних закордонних журналах, одна стаття у електронному

фаховому виданні, 20 – тези та матеріали доповідей на конференціях; 23 статті індексовані у міжнародних науково-метричних базах.

6. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертація та автореферат оформлені відповідно до документу «Вимоги до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій», розробленого на підставі ДСТУ 3008-95 «Документи. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Викладені у авторефераті мета роботи, об'єкт, предмет дослідження, поставлені наукові задачі, пункти наукової новизни та висновки взаємопов'язані між собою та відповідають темі дисертації. Тема та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі.

7. Практичне та наукове значення одержаних результатів.

Поставлені у роботі наукові задачі в рамках теми дисертації цілком відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – Телекомунікаційні системи та мережі, і тісно пов'язані із у сучасними інфокомунікаційними технологіями: генерування та використання двійкових псевдовипадкових послідовностей; завадостійке кодування із введенням надлишкових символів; генерування та використання широкосмугових сигналів, що формовані елементарними прямокутними імпульсами; моделюванні інформаційних потоків із врахуванням їх статистичних особливостей (самоподібності).

Варто підкреслити наукове значення проведених автором досліджень пов'язаних із розробленням нового алгоритму генерування широкосмугових сигналів, значення бази яких становить 200 одиниць; розроблення методики оцінювання значення завадостійкості системи кодування/декодування, що ґрунтується на фундаментальній теоремі Шенона-Хартлі про пропускну спроможність каналу.

Практичне значення отриманих автором результатів підтверджене патентом «Система приймання-передавання цифрової інформації», використання якого дає можливість здійснювати передавання інформації в умовах складних електромагнітних обставин, розробленим програмним забезпеченням, що моделює процеси обробки навантаження телекомунікаційної мережі, з різними розподілами, у системі із потрійною маршрутизацією та може бути використане для моделювання більш складних систем.

Наукове та практичне значення одержаних автором результатів підтверджене також актами впровадження на підприємствах ПАТ «Укртелеком», «ТК Енергія», «Кодек-Фактор» для прогнозування інтенсивності навантаження мережі та для дослідження процесів його оброблення.

8. Зауваження до дисертаційної роботи:

За матеріалами дисертаційної роботи можна зробити такі зауваження та пропозиції:

1. У дисертаційній роботі не показано, яким чином точність представлення початкових значень хаотичних коливань, які генеруються на основі логістичних відображень, впливає на тривалість передавання інформаційного повідомлення.

2. В ході досліджень дисертантом не відображено, яким чином можна понизити чутливість генераторів хаотичних коливань з неперервною функцією відображення. Питання є актуальним, оскільки висока чутливість ускладнює забезпечення синхронної роботи генераторів приймальної та передавальної сторін телекомунікаційної системи.

3. У моделі шифрування текстової та графічної інформації ПВП, послідовностями чисел, що належать інтервалу $[0, 1]$ з гаусовим розподілом, на відміну від відомого методу використання двох лінійних когерентних генераторів, застосовано лінійний когерентний генератор та генератор на базі логістичного відображення. Виникає питання, з якою метою це реалізовано?

4. У другому розділі, де описується алгоритм одночасного стиснення та шифрування інформації псевдовипадковими бінарними послідовностями, доцільно було б привести блок-схему алгоритму.

5. У наведених результатах досліджень завадостійкості системи передавання інформації, що використовує фрактальний кольоровий шум, не висвітлене питання, яким чином завадостійкість систем залежить від параметру часового масштабування, який впливає на спектральні характеристики генерованих сигналів.

6. Доцільно було б порівняти властивості запропонованих фрактальних сигналів гребінкової структури із властивостями сигнально-таймерних конструкцій, що досліджуються у Одеській Національній Академії зв'язку.

7. На мій погляд поряд із наведеним схемотехнічним рішенням лабораторного зразка пристрою перетворення мовного сигналу в цифрову форму, на базі мікроконтролера PIC18F2550, необхідно було б провести аналіз швидкості функціонування розробленого пристрою, порівнявши технічні характеристики розробленого приладу та швидкість передавання мовного сигналу у цифровому вигляді з рекомендаціями МСЕ-Т G.703.

8. На ст. 67 фразу «Робота програми була протестована шляхом передавання текстів з різною довжиною» доцільно замінити на «Роботу програми було перевірено шляхом передавання текстів різної довжини».

9. У дисертаційній роботі та авторефераті зустрічається термін «сигнали з показниками Херста», коректно було б написати «сигнали з різними значеннями показника Херста».

Не зважаючи на зазначені зауваження дисертаційна робота заслуговує позитивної загальної оцінки.

Висновки

1. Дисертаційна робота Політанського Руслана Леонідовича на тему: «Розроблення заводозахисених систем передавання інформації на основі псевдовипадкових коливань та фрактальних сигналів» відповідає спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

2. Дисертаційна робота за змістом та отриманими результатами відповідає вимогам „Паспорту” спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

3. Дисертація є завершеним науковим дослідженням, у якому отримано нові наукові результати, які в сукупності вирішують важливу наукову проблему розроблення методів і моделей програмно-апаратної реалізації функціональних вузлів заводостійких телекомунікаційних систем із передаванням інформації хаотичними коливаннями та фрактальними сигналами.


4. Автореферат повністю відповідає змісту дисертаційної роботи.

5. Матеріали дисертаційної роботи належним чином апробовано та опубліковано.

6. Дисертаційна робота за рівнем, актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає чинним вимогам „Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а її автор – Політанський Руслан Леонідович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук із спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри телекомунікаційних систем
Одеської національної академії зв'язку
ім. О.С. Попова

 Лісовий Іван Павлович

