



УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Випуск 98

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ZBIRNIK NAUKOVIN PRAC'**



Харків 2008



МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ

**ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

Випуск 98

**ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC'

Харків 2008

УДК 621.391:621.396

У збірнику надані основні результати науково-дослідних робіт і дисертаційних досліджень, а також матеріали міжвузівських науково-технічних розробок вчених і спеціалістів транспортної галузі, що присвячені питанням підвищення ефективності нових технологій і техніки в галузі телекомунікаційних систем та мереж на залізничному транспорті.

Збірник розрахований на викладачів, наукових співробітників, докторантів, аспірантів та магістрантів, студентів транспортних вузів за спеціальністю «Телекомунікаційні системи та мережі».

ISSN 1994-7852

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 8617 видане 06.04.2004 р.

Друкуються за рішенням Вченої ради академії, протокол №5 від 27 травня 2008 р.

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА:

д.т.н., професор М.І.Дашко	– голова Ради
к.т.н., професор С.Г.Жалкін	– заступник голови
к.т.н., професор А.О.Каграманян	заступник голови
д.т.н., професор – А.Б.Бойнік	
д.т.н., професор – Т.В.Бутько	
д.т.н., професор – Є.С.Венцель	
д.с.н., професор – В.Л.Дикань	
д.т.н., професор – Г.І.Загарій	
д.т.н., професор – А.М.Котенко	
д.т.н., професор – С.В.Лістровий	
д.с.н., професор – Л.О.Позднякова	
д.т.н., професор – А.А.Плугін	
д.т.н., професор – Ю.В.Соболев	
д.т.н., професор – Е.Д.Тартаковський	
д.т.н., професор – Л.А.Тимофеева	
д.т.н., професор – А.П.Фалендиш	
д.т.н., професор – Я.В.Щербак	

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Телекомунікаційні системи та управління ними

д.т.н., професор С.В.Лістровий	головний редактор
д.т.н., професор Л.С.Сорока	
д.т.н., професор Г.В.Альошин	
д.т.н., професор В.І.Хаханов	
д.ф.-м.н., професор М.М.Горобеть	
к.т.н., доцент С.І.Приходько	

Під загального редакцією доцента Приходька С.І.

ISSN 1994-7852

Зареєстровано 2 червня 2007 р.

у *ISSN International Centre 20, Rue
Bachumont, 75002 PARIS, FRANCE*

©Українська державна академія
залізничного транспорту, 2008

ЗМІСТ

Альошин Г.В. Оптимальне співвідношення ширини діаграми спрямованості і середньоквадратичної похибки кутового супроводження антени	5
Батасв О.П. Методика оцінки ефективності рангового виявляча радіосигналів в умовах дії хаотичних імпульсних завад	11
Брезгунов А.В. Передача информации в условиях импульсных помех	20
Брезгунов А.В., Кириченко Н.П. Выбор схемы коррелятора	23
Єлізаренко О.В., Єлізаренко А.О. Аналіз методів розрахунку каналів залізничного технологічного радіозв'язку	26
Індик С.В. Аналіз адаптивних алгоритмів стану дискретного каналу за результатами аналізу якості приймання блока даних	32
Книгавко Н.В., Яковцова И.П. Адаптивный алгоритм со скользящим окном наблюдения	37
Малявін А.М., Безверха Г.С. Розроблення багато-параметричної оптимальної моделі системи інформаційної безпеки	42
Мороз О.В. Математична модель низькочастотного каналу зв'язку систем контролю стану ділянок залізничної колії	46
Приходько С.І., Волков О.С. Аналіз побудування турбокодів	52
Рассомахін С.Г., Сорока Л.С. Нормалізуюче перетворення двійкових послідовностей для отримання кодового простору об'ємно-сферичного укладання	56
Жученко О.С. Знаходження м'яких рішень для символів завадостійкого блокового коду на основі перевірочних рівнянь	61
Івасюк О.О., Поночовний Ю.Л., Коломієць А.С. Дослідження імітостійкості широкосмужової радіо-мережі на фізичному рівні	65

*Кандидати техн. наук О.О. Івасюк,
Ю.Л. Поночовний,
інж. А.С. Коломієць*

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТОСТІЙКОСТІ ШИРОКОСМУГОВОЇ РАДІОМЕРЕЖІ НА ФІЗИЧНОМУ РІВНІ

Постановка проблеми. Завадостійкість, завадозахищеність та імітостійкість відіграють ключову роль у виконанні радіомережею поставленого перед нею завдання щодо своєчасного і правильного доведення повідомлень.

Аналіз сучасних збройних конфліктів однозначно свідчить про особливе місце останньої з вище названих властивостей радіомережі. Оскільки потужність імітаційної завади не перевищує потужності корисних сигналів радіомережі, то її дія взагалі може бути не виявлена.

Імітостійкість – здатність системи зв'язку протистояти введенню в лінію зв'язку і передачі по ній повідомлень, що містять у собі хибну інформацію, а також нав'язуванню неправильних режимів роботи засобів зв'язку [1 – 4]. Інформація має бути захищеною від несанкціонованої модифікації або перекручення під час зберігання та передавання [1 – 4].

Поряд із постійним удосконаленням та розвитком радіозасобів і засобів радіорозвідки не припиняються дослідження щодо вибору критеріїв і показників оцінювання завадозахищеності та імітостійкості широкосмугових асинхронних радіоліній і радіомереж. Проведемо обґрунтування вибору відповідних показників якості.

Аналіз літератури. Зараз набула загального визнання грирівнева модель оцінювання імітостійкості радіосистем: кодова (імітаційна стійкість на рівні кодових слів), канална (імітаційна стійкість на рівні переданих пакетів) і сигнальна (імітаційна стійкість на рівні сигналів) [2]. У наш час велика увага приділяється імітаційній стійкості інформаційної частини повідомлення. У той же час генеруванням великої кількості широкосмугових сигналів, форма яких обрана зловмисником з корисного ансамблю сигналів, призведе до виведення системи з

ладу. Таким чином, наявність відповідних аналітичних виразів, показників оцінювання певних властивостей адресних послідовностей надасть змоги обирати необхідний для забезпечення заданого значення імовірності нав'язування хибного сигналу метод формування CDMA-коду.

Мета статі. Дослідити імітостійкість широкосмугової радіомережі на рівні сигналів.

Основний матеріал. Кількісно імітостійкість систем радіозв'язку на будь-якому рівні може бути оцінена імовірністю імітації пакета I_p , кодового слова I_k , сигналу I_c , а результуюча імітостійкість може бути наведена у такому вигляді [2, 6, 7]:

$$I = 1 - (1 - I_p)(1 - I_k)(1 - I_c).$$

Таким чином, забезпечення імітостійкості широкосмугової радіомережі можливе тільки за умови забезпечення її на кожному із зазначених рівнів.

Для широкосмугової радіомережі форма сигналу безпосередньо визначається кодом розширення спектра.

З метою розкриття закону формування кодів розширення спектра протилежна сторона має перехопити деяку частину символів, з яких він складається. Кількість таких символів буде визначатися структурною скритністю адресних кодів.

Під структурною скритністю розуміють здатність сигналів, що використовуються в радіоканалі, приховувати або ускладнювати процедури визначення законів їх формування [1, 2].

Показник оцінювання структурної скритності сигналів записується таким співвідношенням [2, 7]:

$$S = \frac{\prod_{i=1}^i Q_i^*}{\prod_{i=1}^i Q_i}, \quad (1)$$

де Q_i^* – кількість координат переданого сигналу, що необхідно знати, щоб сформувати $(Q_i - Q_i^*)$ координат.

Зокрема, для складних сигналів, які складаються з I елементів, співвідношення (1) набуває вигляду [2]

$$S_{cc}^{(1)} = \frac{l}{L}, \quad (2)$$

де l – кількість елементів сигналу, що необхідно знати для визначення закону формування решти $(L-l)$ елементів.

В ідеальному випадку l має дорівнювати або наближатись до L , тобто коли для розкриття закону формування адресного коду необхідно перехопити усі елементи коду. Тоді за умови, що кількість перехоплених елементів $l' \leq l$ (менше за необхідну для розкриття), імовірність правильного відновлення закону формування буде наближатися до нуля. Для найкращих із відомих адресних кодів $0,5 \leq S_{cc}^{(1)} \leq 1$ [2, 5, 8]. Коли не існує ідеального правила розкриття закону формування певного типу адресної послідовності, оцінювати структурну скритність CDMA-коду за виразом (2) не доцільно. У такому разі структурну скритність оцінюють узагальнюючим показником [1 – 5, 8]

$$S_{cc}^{(2)} = \log_2 M/L, \quad (3)$$

де M – розмір ансамблю адресних кодів, що формуються за допомогою методу, який намагається розкрити протилежна сторона.

Вираз (3) є потенційною мірою структурної скритності будь-якого адресного коду.

Для нав'язування помилкового сигналу конкретному абоненту, при розкритому законі формування, необхідно визначитися з формою адресного коду. Якщо вибір будь-якої конкретної адресної послідовності з загального ансамблю відбувається за рівноімовірнісним законом, то можна зробити припущення, що чим більше розмір ансамблю адресних кодів, тим більше апріорна невизначеність щодо використання абонентом системи зв'язку певної адресної послідовності [1, 2, 5].

Отже, імовірність нав'язування помилкового сигналу оберненопропорційна до розміру ансамблю адресних кодів

$$P_{\text{нав}} = \frac{1}{M}.$$

де M – розмір ансамблю адресних послідовностей [7, 8].

Таким чином, розмір ансамблю M та структурна скритність адресної послідовності $S_{\infty}^{(1)}$, $S_{\infty}^{(2)}$ безпосередньо впливають на таку важливу характеристику системи зв'язку, як імітостійкість.

Висновки. У статті проведено аналіз імітостійкості широкосмугової радіомережі на сигнальному рівні, на основі якого були запропоновані аналітичні вирази показників якості для оцінки відповідних властивостей послідовностей розширення спектра. Отримані вирази можна застосовувати для порівняння імітаційних властивостей кодів розширення спектра як для систем зв'язку з прямим розширенням спектра, так і з псевдовипадковою перебудовою робочої частоти. З метою забезпечення відповідного значення імовірності нав'язування хибних сигналів кореспондентам широкосмугової радіомережі необхідно обирати CDMA-коди, структурна скритність яких знаходиться у межах від 0,5 до 1, а розмір ансамблю сигналів як мінімум дорівнює значенню L^2 .

Список літератури

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
 2. Стасев Ю.В. Основы теории побудови сигналів. – Х.: ХВУ, 1999. – 87 с.
 3. Скляр Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издат. дом „Вильямс”, 2003. – 1104 с.
 4. Пышкин И.М. Теория кодового разделения сигналов. – М.: Связь, 1980. – 208 с.
 5. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов. – М.: Сов. радио, 1970. – 376 с.
 6. Петрович Н.Т., Размахнин М.К. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Сов. радио, 1969. – 232 с.
 7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1958. – 464 с.
 8. Защита от радиопомех / Под ред. М.В. Максимова. – М.: Сов. радио, 1999. – 496 с.
-

УДК 621.391

Жученко О.С. Знаходження м'яких рішень для символів завадостійкого блокового коду на основі перевірочних рівнянь // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип.98. – С. 61-64.

У роботі розглядається можливість одержання м'яких рішень для символів завадостійкого блокового коду на основі перевірочних рівнянь.

Іл. 1, список літ. – 4 назв.

УДК 621.391

Івасюк О.О., Поночовний Ю.Л., Коломієць А.С. Дослідження імітостійкості широкосмугової радіомережі на фізичному рівні // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 98. – С. 65-68.

У статті проведено дослідження залежності імітостійкості широкосмугової радіомережі на сигнальному рівні від параметрів кодових послідовностей розширення спектра. На основі виконаного аналізу запропоновані аналітичні вирази показників якості, за якими можна проводити порівняння різних адресних послідовностей та оцінювати імовірність нав'язування хибних сигналів кореспондентам широкосмугової радіомережі.

Список літ. – 8 назв.

УДК 621.391

Лисечко В.П. Метод формування послідовностей коротких відеоімпульсів // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 98. – С. 69-73.

У статті пропонується метод формування послідовностей коротких відеоімпульсів, застосування яких для синтезу складних сигналів дає можливість зменшити рівень внутрішньосистемних завад.

Табл. 1, список літ. – 5 назв.

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Телекомунікаційні системи та мережі на залізничному транспорті

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/7 від 9 червня 1999 р.)

Статті друкуються мовою оригіналу
в авторській редакції

Відповідальний за випуск Батаєв О.П.
Редактор Ібрагімова Н.В.

КВ № 8617 Підписано до друку 15.08.08 р.
Формат паперу 60х84 1/16 Папір писальний
Умови - друк арк. 7,0. Обл.-вид арк. 7,25
Замовлення № 122 Тираж 105 Ціна договірна

Видавництво УкрДА ЗНУ, свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Друк: ІОН «Інтер'юберіаційні технології»
61050 Харків, Харківська набережна, 8

Свідоцтво про реєстрацію ДК № 1360 від 19.05.03 р.