

ЗАСТОСУВАННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ CDMA ПРИ ЕКОЛОГІЧНОМУ ОПЕРАТИВНОМУ МОНІТОРИНГУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

*В.Д. Погребенник, А.В. Романюк,
Н.І. Бокла*

*Національний університет «Львівська
політехніка», вул. Ст. Бандери, 12,
м. Львів, Україна, 79013,
E-mail: vpohreb@gmail.com*

*У статті показано, що перетворення
двопозиційного ФМ-сигналу в чотирьопози-
ційний ФМ-сигнал дає змогу передати N ко-
дованих каналів на основі ПВП Голда в 2 ра-
зи меншій смузі пропускання каналу зв'язку.*

Вступ. Інформаційна змістовність сигналу – це кількість інформації, яка передається за одиницю часу. Для дискретних сигналів, виражених у вигляді імпульсної послідовності, інформаційну змістовність можна визначити, виходячи з структури формування сигналу. При визначенні інформаційної змістовності безперервного сигналу, що має обмежену смугу частот, його виражають дискретним сигналом, відповідно до теореми Котельникова, а потім визначають кількість інформації, яку переносять сигналом за одиницю часу аналогічно дискретному сигналу. Інформаційна змістовність сигналу має дуже важливе практичне значення при оцінюванні ефективності використання пропускної здатності каналу. Наприклад, при передаванні телефонного повідомлення сигнали мови передають в одному напрямку лише протягом 20 % загального часу. З урахуванням передавання сигналів взаємодії (виклику, набору номера і т. п.) канал буде перебувати в активному стані приблизно 30 % часу. В інший час канал не зайнятий [1, 2].

З прийняттям Податкового кодексу України № 2755 від 02.12.2010 р. плата за користування радіочастотним ресурсом України значно зросла. Ставка збору за 1 МГц смуги радіочастот на місяць, для операторів стільникового зв'язку, становить 8666 грн. Звідси стає очевидним доцільність заняття каналу в паузах

мови для передавання інших видів інформації. Як показують розрахунки, інформаційна змістовність мовного сигналу становить близько 8000 біт/с, а пропускна здатність каналу ТЧ – приблизно 64 кбіт/с. Отже є необхідність в розробленні апаратури, яка дасть змогу у паузах мовних сигналів передавати сигнали передавання даних.

Ширина спектру сигналу визначається тривалістю елементарного імпульсу τ

$$\Delta f = 1/\tau. \quad (1)$$

Практично кількість кодових каналів визначають так

$$N = B = T/\tau, \quad (2)$$

де T – тривалість інформаційного імпульсу; B – база ширококутвого сигналу.

Однак через дефіцит частотного ресурсу в багатьох випадках не вдається реалізувати необхідну кількість кодових каналів N , оскільки це призводить до необхідності збільшення бази сигналу B і зменшення тривалості елементарного імпульсу, а також розширення спектру сигналу і відповідно смуги пропускання каналу.

Метою роботи є розроблення підходів щодо ущільнення інформації в технології CDMA.

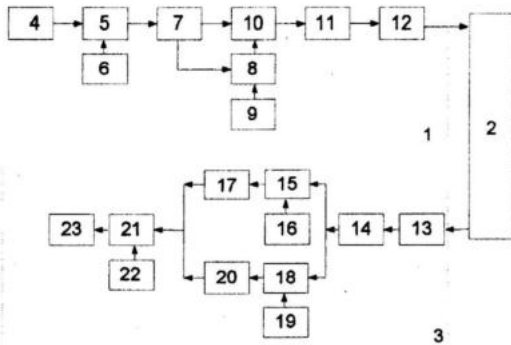
Підходи щодо ущільнення інформації в технології CDMA. Телекомунікаційна ширококутова радіосистема з кодовим розподілом каналів містить передавач 1, канал зв'язку 2 та приймач 3 (рис. 1).

У системі, що пропонується, в передавачі використовують додатковий кодер Грея та керований ним пристрій фазового зсуву, що дозволяє перетворити двопозиційний фазоманіпульований (ФМ) сигнал в чотирьопозиційний ФМ-сигнал.

У приймачі використовують генератори опорних сигналів відповідно для «+1» і «0 або -1» інформаційного сигналу - точної копії сигналів передавача, які подають на корелятори.

Як псевдовипадкову послідовність (ПВП) в системі використовують найпоширеніший код Голда, який дозволяє використати для створення кодових каналів всі його реалізації, оскільки вони

мають мінімальні пелюстки взаємкореляційних функцій. В практичній реалізації до виходу формувача ПВП 5 (рис. 1) підключено кодер Грея 7, який з'єднано з фазозсувним пристроєм 8, що під'єднаний до генератора проміжної частоти 9 і модулятора 10. Кодер Грея реалізують за класичною схемою [4].



Р и с. 1. Функціональна схема системи з чотирьохпозиційною ФМ:

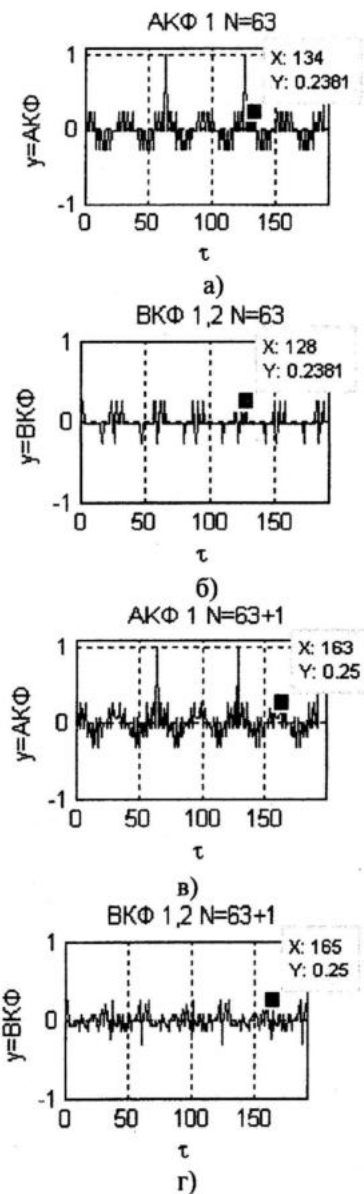
1 – передавач; 2 – канал зв'язку; 3 – приймач; 4 – джерело інформації (повідомлення); 5 – формувач ПВП; 6 – генератор ПВП; 7 – кодер Грея; 8 – фазозсувний пристрій, керований кодом Грея; 9 – генератор проміжної частоти; 10 – модулятор; 11 – перетворювач частоти; 12 – вихідний підсилювач; 13 – малошумний підсилювач; 14 – перетворювач частоти; 15 – корелятор А; 16 – генератор кодованого опорного радіосигналу А (для імпульсу + 1); 17 – вирішальний пристрій А; 18 – корелятор Б; 19 – генератор кодованого опорного радіосигналу Б (для імпульсу 0 або -1); 20 – вирішальний пристрій Б; 21 – формувач інформаційного сигналу; 22 – джерело синхросигналу; 23 – отримувач сигналу

У передавачі 1 телекомунікаційної радіосистеми використовують бінарну двопозиційну ФМ за кодом Голда. При цьому канал зв'язку 2 повинен мати смугу пропускання каналу Δf , що визначається формулою (1). Завдяки використанню чотирьохпозиційної ФМ за допомогою кодера Грея 7 ПВП перетворюється в послідовність відеоімпульсів з тривалістю елементарного імпульсу $\tau_1=2\tau$, що призводить до зменшення в 2 рази ширини спектру сигналу і відповідно ширини смуги пропускання каналу зв'язку.

Відомо, що для створення чотирьохпозиційного сигналу з використанням кодів Грея необхідна парна кількість імпульсів у складі ПВП [3, 4]. Для практич-

ної реалізації перетворення ПВП в чотирьохпозиційний ФМ-сигнал пропонується додати один зайвий імпульс, тобто створити послідовність Голда з парною кількістю імпульсів. Зрозуміло, що таке перетворення повинно призвести до зміни кореляційних характеристик послідовностей.

З використанням системи MATLAB [5] було досліджено кореляційні характеристики послідовностей Голда. Як приклад нижче наведено характеристики автокореляційної функції (АКФ) та взаємкореляційної функції (ВКФ) для довжини коду $N=63$ (рис. 2, а, б) та $N=63+1$ (рис. 2, в, г).



Р и с. 2. Кореляційні характеристики послідовностей Голда: а) АКФ $N=63$; б) ВКФ $N=63$; в) АКФ $N=63+1$; г) ВКФ $N=63+1$

Очевидно, що додавання одного імпульсу незначно погіршує АКФ та ВКФ ПВП за винятком послідовності довжиною $N=127$. Причому, додавання імпульсів на початку ПВП і в кінці не впливає на кореляційні характеристики ПВП.

При додаванні одного імпульсу незначно зменшується тривалість елементарного імпульсу до величини τ' та збільшується ширина спектру послідовності Голда і буде становити

$$\Delta f' = \frac{2}{\tau'} = \frac{2(N+1)}{T} \quad (3)$$

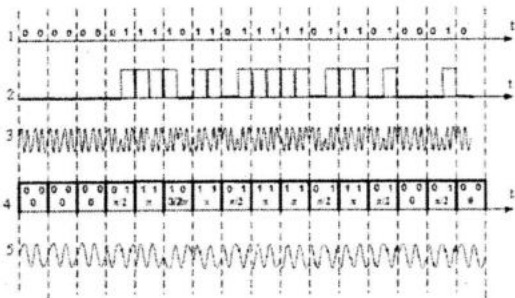
Після перетворення ПВП з двопозиційною ФМ в ПВП з чотирипозиційною ФМ спектр сигналу і відповідно необхідна смуга пропускання каналу практично зменшиться в 2 рази

$$\Delta f'' = \frac{2}{\tau''} = \frac{1}{\tau'} = \frac{N+1}{T} \approx \frac{1}{\tau} \approx \frac{N}{T} \approx \frac{\Delta f}{2}, \quad (4)$$

де τ'' – тривалість елементарного імпульсу після перетворення ПВП відповідно до коду Грея

$$\tau'' = 2\tau' \approx 2\tau. \quad (5)$$

На рис. 3 наведено форми сигналів при здійсненні перетворення ПВП Голда довжиною $N=31$ в сигнал з чотири позиційною ФМ. Слід зазначити, що ФМ-4 є найефективнішим видом багатопозиційної ФМ [6].



Р и с. 3. Види сигналів в системі: 1 – послідовність Голда довжиною $N=31$; 2 – інформаційний уніполярний відеосигнал послідовності Голда; 3 – радіосигнал з одноразовою двопозиційною ФМ; 4 – послідовність відеосигналів, призначених для дворазової чотирипозиційної ФМ; 5 – радіосигнал з дворазовою чотирипозиційною ФМ

Запропонований метод можна використати при створенні багатоканальних телекомунікаційних радіосистем з кодо-

вим розподілом каналів. Новизна запропонованого підходу полягає у можливості оперативно передавати дані з місця техногенних катастроф та аварійно-відновлювальних робіт в структурні підрозділи МНС за допомогою технологій 3G та комп'ютерної системи, підключеної до мережі Інтернет.

Комп'ютерна система оперативного моніторингу дає змогу (рис. 4) [7]:

- проводити моніторинг безпосередньо на досліджуваному об'єкті в реальному часі з можливістю передавання відеоінформації про масштаби аварії;

- реєструвати інформацію у цифровій формі та наявність діалогового інтерфейсу з віддаленими операторами, що дозволяє контролювати хід вимірювального процесу, втручатися в нього у випадку необхідності, опрацьовувати отримані результати;

- стискати інформацію, що міститься в результатах вимірювань, і видавати її в компактній та зручній для сприйняття формі оператору разом з оцінкою похибок вимірювань.

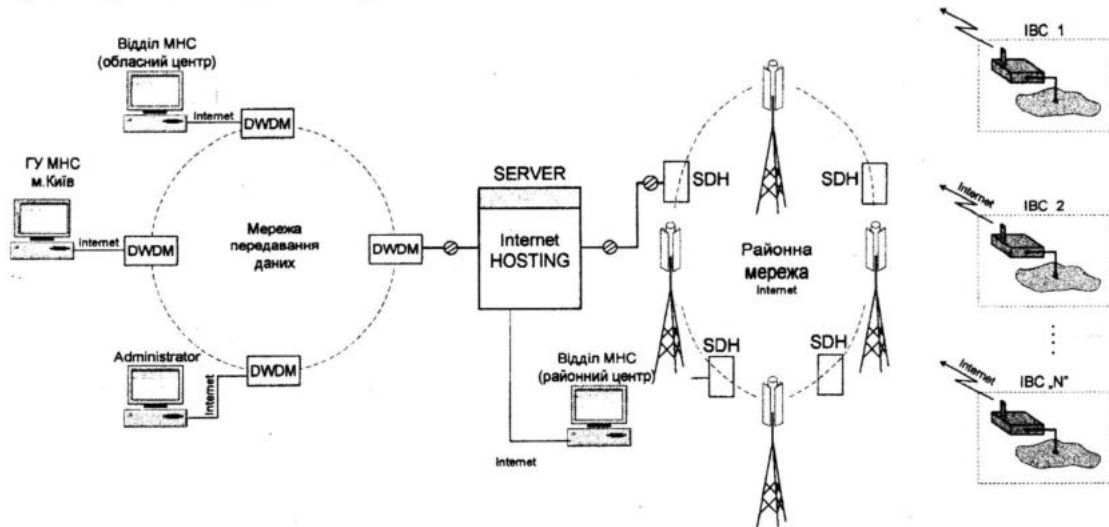
Перераховані функції виконує система вимірювань, що має в своєму складі персональний комп'ютер, вимірювальний пристрій, відеокамеру, комплект гарнітури для ведення мовного діалогу та відповідне програмне забезпечення

Операційна система здійснює візуалізацію даних на моніторі без додаткових програм. Результати відеоспостереження камери IC720WEB опрацьовують за допомогою програми AMCAP – Snapshot – вибрати розмір – File – Save – робочий стіл – папка image.jpg. Результати моніторингу параметрів формують у файли. В операційній системі Windows створюється файловий веб-сервер за допомогою програми передавання даних.

Програма дає змогу відправляти файли оператором мобільного моніторингу (ОММ) в мережу Інтернет за заданою адресою, також Http File Server дає можливість доступу до файлів даних з Інтернету після введення пароля. Головна особливість системи полягає в тому, що вона може працювати в реальному часі, завдяки конвергенції програмних продуктів та телекомунікаційних мереж. Для створення радіоканалу передавання даних використовують 3G-модем. Цей по-

ративний пристрій дозволяє організувати мобільний швидкісний Інтернет, використовуючи технологію третього по-

коління 3G – CDMA2000, швидкість передавання досягає 3,1 Mbit/c.



Р и с. 4. Схема організації оперативного моніторингу параметрів середовища та передавання даних

Висновки.

1. Перетворення двопозиційного ФМ-сигналу в чотирипозиційний ФМ-сигнал дозволяє передати N кодованих каналів на основі ПВП Голда в 2 рази меншій смузі пропускання каналу зв'язку.

2. Збільшення кількості елементарних імпульсів на один, необхідне для формування чотирипозиційного ФМ-сигналу за допомогою коду Грея, незначно змінює кореляційні характеристики послідовності Голда. Причому, при $N=7$; 31; 63; 255, 511 кореляційні характеристики незначно погіршуються (при $N=127$ значно погіршується), а при $N=1024$ поліпшуються.

3. Для $N=7$; 31; 63; 511; 1023 можна додавати «0 або -1» чи «+1», а для довжини $N=255$ доцільно додавати «+1».

4. Кореляційні характеристики сформованих сигналів не залежать від позицій розміщення додаткових імпульсів – на початку чи в кінці ПВП.

5. Розроблена комп'ютерна вимірювально-інформаційна система дає змогу контролювати процес вимірювання при аварійно-відновлюваних роботах, проводити первинне опрацювання даних, оперативно передавати інформацію та вести текстовий та мовний діалог з віддаленими учасниками моніторингу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Никитин А.Н., Сиверс М.А. Системы связи с кодовым разделением каналов. – СПбГУТ. СПб, 1999. – 120 с.
2. Вильям Столлингс. Беспроводные линии связи и сети. – Вильямс, 2003. – 640 с.
3. Беркман Л.Н., Щербина І.С., Чумак О.І., Рудик Л.В. Багатоканальні модеми. – К.: Зв'язок, 2006. – 151 с.
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие.-3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
5. Семенко А.І. Проектування лінії радіорелейного зв'язку з автоматичним регулюванням потужності передавачів // Зв'язок. – 2006. – № 4(64). – С. 45 – 48.
6. Семенко А.І., Бокла Н.І., Макаренко А.О., Шокотько А.А. Створення телекомунікаційних систем з кодовим розподілом каналів на основі мережі електроживлення // Наукові записки УНДЗ. – 2010. – № 4 (16). – С. 8790.
7. Огуряева О.Ю., Погребенник В.Д., Романюк А.В. Використання сучасних інформаційних технологій для екологічного моніторингу довкілля // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – Вып. 14. – С. 67 – 69.