

УДК 621.3

В.О. Пащенко, Н.О. Матвеева

ЗАВАДОСТІЙКА ОБРОБКА ПОСЛІДОВНИХ КОВЗНИХ ВИБІРОК ДЕЛЬТА-МОДУЛЬОВАНОЇ ОГИНАЮЧОЇ ІКМ- СИГНАЛУ

Вступ. Численні види дельта-модуляції ґрунтуються на дискретизації за часом, квантуванні за рівнем та кодуванні різниці між відліками вхідного й апроксимуючого сигналів [1, 2]. ДМ-подання характеризується зв'язком між кроками квантування і більш завадостійка. Завдяки тому, що різницевий сигнал змінюється в більш вузькому діапазоні чим вхідний сигнал, при однаковій розрізнявальній здатності розрядність ДМ-коду завжди нижча коду ІКМ. Низька розрядність й ефективні алгоритми кодування роблять привабливим застосування ДМ при ЦОС, приводячи до простої, економічної і надійної реалізації спеціалізованих процесорів, що дозволяє у деяких випадках обробляти й більш широкосмугові сигнали.

Постановка задачі. При послідовному застосуванні до сусідніх ковзних вибірок алгоритмів декодування викривлених шумами характерних фрагментів дельта-модульованої огинаючої [3], а також завадостійкого швидкого редукованого алгоритму діадно-кореляційної ідентифікації типу фрагмента [4] не завжди можна отримувати узгоджені між собою результати, оскільки випадковими є викривлення, спричинені білим гауссовим шумом змінної інтенсивності. Внаслідок цього корекцію у межах окремої ковзної вибірки необхідно здійснювати обачливо: попередньо оцінювати кількість помилок і потрібний рівень завадостійкості за допомогою алгоритмів з меншою корегувальною здатністю і лише потім виправляти викривлення дельта-модульованої огинаючої й ідентифікувати її характерні фрагменти за допомогою потужніших алгоритмів. Наприкінці обробки доцільно залучати завершальний логічний аналіз всієї дельта-модульованої огинаючої з метою усунення можливих неузгодженостей між результатами щодо сусідніх ковзних вибірок.

Основна частина. У межах ковзної вибірки обробку необхідно здійснювати за допомогою такої стратегії:

а) попередньо оцінювати кількість помилок і потрібний рівень завадостійкості, використовуючи алгоритм спискового декодування групового коду, який здатний виправляти лише поодинокі помилки;

б) потім залучати й більш потужний алгоритм табличного декодування коду-добутку, спроможний виправляти й пакети помилок;

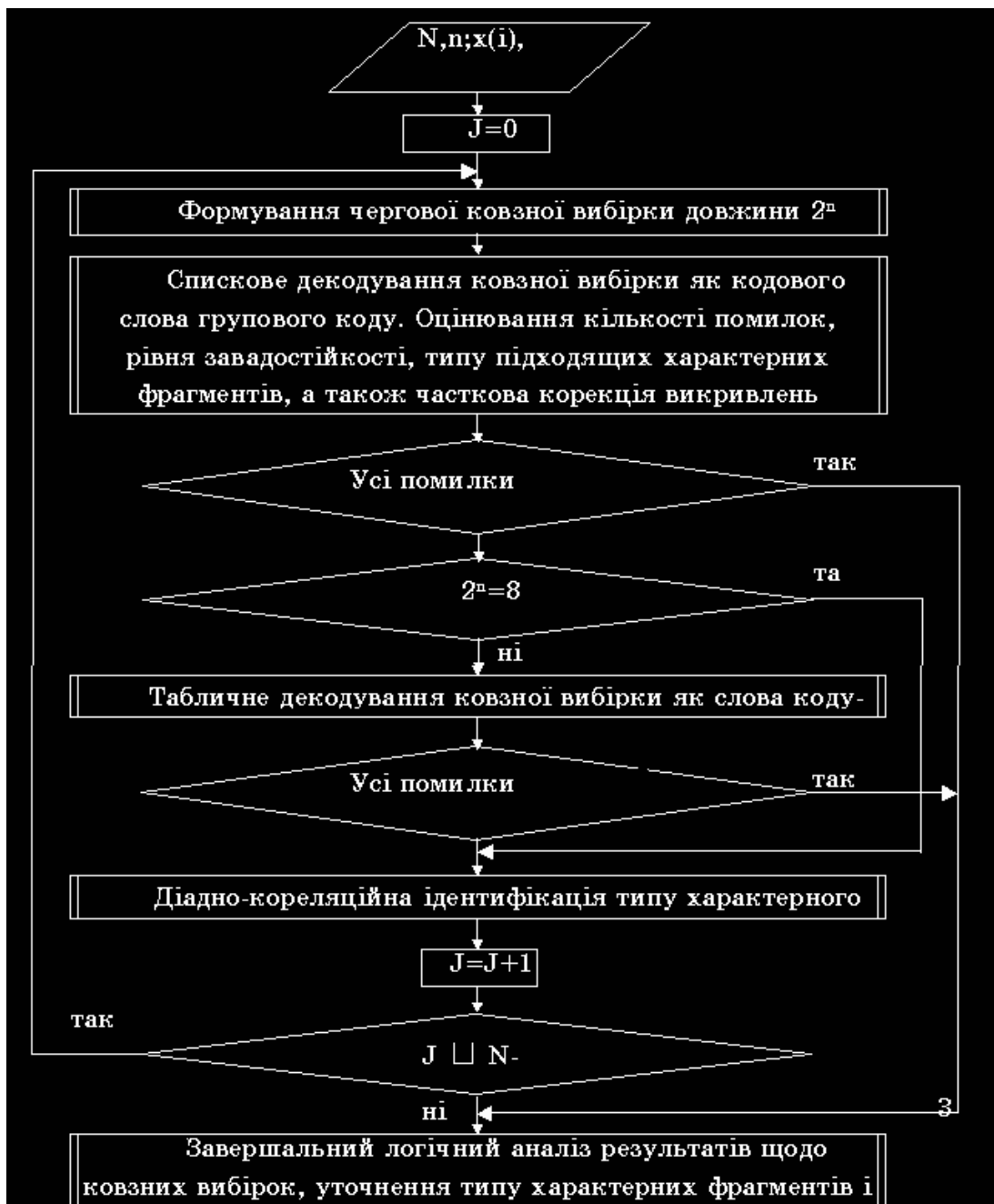
в) завершувати слід діадно-кореляційною ідентифікацією типу характерного фрагменту, яка за завадостійкістю дещо перевершує декодування з виправленням помилок[5].

Наприкінці обробки всієї дельта-модульованої огинаючої доцільно залучати формальну процедуру заключного логічного аналізу для усунення можливих неузгодженостей між отриманими результатами щодо послідовних вибірок.

З метою реалізації вище сформульованої стратегії шляхом корекції викривлень й ідентифікації типу характерних фрагментів дельта-модульованої огинаючої ІКМ-сигналу пропонується такий комплексний алгоритм (рис. 1).

1. Уведення кількості N бінарних відліків огинаючої, параметра n , що визначає довжину 2^n ковзної вибірки, а потім і самої дельта-модульованої огинаючої.
2. Обнуління номера J ковзної вибірки.
3. Формування чергової ковзної вибірки довжини 2^n .
4. Виконання алгоритму спискового декодування ковзної вибірки як слова групового коду[3]. За результат декодування приймаються такі еталони характерних фрагментів, котрі відрізняються від ковзної вибірки у мінімальному числі позицій, яке визначає кількість помилок та однозначно вказує рівень завадостійкості (табл. 1). Якщо результатом декодування являється лише один характерний фрагмент, який дозволено використовувати на встановленому рівні завадостійкості, то здійснюється корекція відповідних викривлень, і виконується перехід до кроку 8.
5. Якщо довжина ковзної вибірки складає $2n=8$, то алгоритм табличного декодування коду-добутку здатний лише виявляти факт присутності помилок, але не локалізувати їх місце

- знаходження. Тому у цьому разі такий алгоритм не використовується, а відразу здійснюється перехід до кроку 7.
6. Реалізується табличне декодування ковзної вибірки як кодового слова коду-добутку шляхом підсумовування елементів кожного рядка відповідної таблиці: якщо отримана сума — додатна, усім елементам рядка привласнюється значення ‘+1’, якщо вона — від’ємна, то значення ‘-1’. Коли ж одна чи декілька сум дорівнюють нулю, то корекція викривлень у відповідних рядках таблиці не виконується.



Таблиця 1

Оцінювання потрібного рівня завадостійкості

Номер рівня завадостійкості	Кількість припустимих помилок		
	довжина вибірки 2^n	при $2^n=8$	при $2^n=16$
I	$\leq 2^{n-3}-1$	= 0	≤ 1
II	$\leq 2^{n-2}-1$	≤ 1	≤ 3
III	$\leq 2^{n-2}-1$	≤ 1	≤ 3
IV	$\leq 2^{n-1}-1$	≤ 3	≤ 7

7. Обробка чергової ковзної вибірки завершується діадно-кореляційною ідентифікацією типу характерного фрагменту[4].
8. Інкримент номера J ковзної вибірки.
9. Перевірка щодо закінчення дельта-модульованої огинаючої.
10. Виконання формальної процедури завершального логічного аналізу з метою як усунення можливих неузгодженостей між результатами обробки послідовних ковзних вибірок (причому з уточненням типу їх характерних фрагментів і остаточних рівнів завадостійкості), так і деталізації розпізнавання локальних змінень дельта-модульованої огинаючої.

З метою реалізації формальної процедури заключного логічного аналізу дельта-модульованої огинаючої синтезується скінчений автомат, стани якого однозначно індиціюють характерні фрагменти довжини $2^n=4$.

Оскільки 16 запропонованих еталонів для 11 характерних фрагментів задаються різноманітними комбінаціями чотирьох параметрів A, B, C, D зі значеннями ‘ ± 1 ’ [3, 6], то такі комбінації доцільно використовувати у якості станів синтезованого автомата при їх ненадмірному кодуванні. Ліва частина табл. 2 ілюструє для різних типів огинаючої відповідність між її характерними фрагментами, однією чи двома комбінаціями (A, B, C, D) значень параметрів та станами F_m ($m=0, \dots, 7$) і Φ_s ($s=0, \dots, 7$) скінченого автомату.

У цілому табл. 2 визначає можливі переходи синтезованого автомата між його станами, причому черговий перехід здійснюється при надходженні наступного бінарного символу дельта-модульованої огинаючої. Цей символ вказується на перетині рядка і стовпця, які відповідають попередньому і подальшому станам автомата. При цьому у більшості випадків подальший стан отримується за допомогою зсуву попереднього ліворуч на один двійковий розряд;

використовувані з метою згладжування так звані переходи-виключення вказуються кожного разу окремо й відмічаються у табл. 2 за допомогою спецсимволів ‘†’ і ‘□’.

Для моделювання унімодальної положистої огинаючої достатньо 12 станів скінченого автомату, які відповідають 7 характерним фрагментам (відповідна частина табл. 2 окреслена пунктирною лінією). При імітації унімодальної огинаючої із загостреною вершиною необхідно додатково використовувати стан «Максимум» (розширена частина табл. 2 виділена штрих-пунктирною лінією). Моделювання бімодальної огинаючої потребує залучення стану «Мінімум», а також асоційованих з ним попереднього «Перепад-» і подальшого «Перепад +» станів.

Висновки. Запропоновано стратегію та реалізуючий її комплексний алгоритм корекції викривлень й ідентифікації характерних фрагментів дельта-модульованої огинаючої, який використовує у якості своїх складових частин такі алгоритми обробки окремої ковзної вибірки: спискового декодування групового коду із встановленням попереднього рівня завадостійкості, табличного декодування коду-добутку та діадно-кореляційного розпізнавання типу характерного фрагмента. Завершальний логічний аналіз всієї дельта-модульованої огинаючої за допомогою запропонованого скінченого автомату виконується з метою як уточнення результатів ідентифікації і остаточних рівнів завадостійкості, так і деталізації розпізнавання локальних змінень дельта-модульованої огинаючої.

Таблиця 2

Таблиця переходів автомата для розпізнавання локальних змінень огинаючої

Попередні	Подальші стани															
	F ₂	F ₃	Φ ₂	Φ ₆	F ₀	Φ ₀	Φ ₄	Φ ₃	Φ ₇	F ₁	Φ ₁	Φ ₅	F ₄	F ₆	F ₅	F ₇
F ₂		+														
F ₃	-		+													
Φ ₂				+												-
Φ ₆					+	-										
F ₀					+	-										
Φ ₀							+									
Φ ₄		-			†		+									
Φ ₃									-					+		
Φ ₇										-	+					
F ₁										-	+					

Φ_1												-			+	
Φ_5		+								□						
F_4									-					+		
F_6										□					+	
F_5				+												-
F_7					+								-			
$(++++)=F_0, (----)=F_1, (+-+-)=F_2, (-+-+)=F_3, (++--)=F_4, (--++)=F_5$																
$(+---)=F_6, (-+++)=F_7, (+++-)=\Phi_0, (----)=\Phi_1, (+-++)=\Phi_2,$																
$(-+--)=\Phi_3, (++-+)=\Phi_4, (--+-)=\Phi_5, (-+++)=\Phi_6, (+---)=\Phi_7$																

ЛИТЕРАТУРА

1. Стил Р. Принципы дельта-модуляции. – М.: Связь, 1979. – 368с.
2. Погрибной В. А. Дельта-модуляция в цифровой обработке сигналов. - М: Радио и связь, 1990. – 216с.
3. Ханецкий В.С., Пащенко В.А., Матвеева Н.А. Коррекция искажений выборки, скользящей вдоль огибающей модуляционного импульса, с помощью табличного декодирования – Дефектоскопия, 2002, № 9, с. 53-72.
4. Ханецкий В.С., Пащенко В.А., Матвеева Н.А. Адаптивная к уровню помех идентификация характерных фрагментов огибающей измерительного импульса при помощи диадной свёртки. I. Распознавание типа характерного фрагмента посредством диадной корреляции – Дефектоскопия, 2002, №8, с.71-91.
5. Лосев В.В., Бродская Е.Б., Коржик В.И. Поиск и декодирование сложных дискретных сигналов. – М.: Радио и связь, 1988. – 224с.
6. Ханецкий В.С., Пащенко В.А., Матвеева Н.А. Коррекция искажений дельта-модулированных сигналов с помощью адаптивной Уолш-фильтрации – Автометрия, 2005, № 4, с. 40-54

Получено 11.11.2006