

діагностичних ознак ВН і на цій основі сформувавши ідентифікації технічного стану ГПА, що є діагностичні ознаки та розробити методіку предметом подальших наукових досліджень.

Таблиця 1 – Оцінка точності апроксимації статичних характеристик нагнітача за допомогою нейромереж

| Залежність | Похибка апроксимації | |
|--|----------------------|----------------|
| | середня, % | максимальна, % |
| $\varepsilon = f_{\varepsilon}(x, y)$ | 0,0227 | 0,3185 |
| $\eta_{пол} = f_{\eta}(x)$ | 0,0253 | 0,0473 |
| $\frac{N_i}{\rho_e} \left(\frac{n_0}{n} \right)^3 = f_N(x)$ | 0,0244 | 0,058 |

1. Горбійчук М.І., Козуляк М.І., Скрипка О.А. Контроль технічного стану газоперекачувальних агрегатів. // *Методи та прилади контролю якості*. – 2005. - № 13. – С. 18 – 20. 2. Альбом приведенных характеристик нагнетателей Невского машиностроительного завода. – М.: ВНИИгаз, 1964. 3. Сухарев М.Г., Ставровский Е.Р. Расчеты систем транспорта газа с помощью вычислительных машин. – М.: Недра, 1971. – 208 с. 4. Трубопроводный транспорт газа. / М.П. Ковалко, В.Я. Грудз, В.Б. Михалків, Д.Ф. Тимків, Л.С. Шлапак,

О.М. Ковалко. – К.: Арена Еко, 2002. – 600 с. 5. Нейроинформатика. / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, Кидрин А.Н. и др. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 296 с. 6. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382 с. 7. Горбійчук М.І., Козуляк М.І., Ковалів Є.О. Нейрообчислювачі параметрів нагнітачів природного газу. - *Нафтова і газова промисловість*. – 2002. - № 5. – С. 39 – 41.

УДК 681.32.06

ДЕКОДУВАННЯ ДВІЙКОВИХ ЦИКЛІЧНИХ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ МЕТОДОМ ЗБІЖНОСТІ ЗА КЛЮЧЕМ

© Мельничук С.І., 2005

Івано-Франківський інститут менеджменту та економіки “Галицька академія”

Запропоновано новий метод декодування двійкових циклічних М-последовностей базису Галуа, а також проведено порівняльний аналіз з наявними методами

Одним з напрямків використання циклічних М-последовностей є представлення на їх основі вимірювальних даних та кодування станів дискретних джерел інформації [1]. Такий підхід дозволяє забезпечити високу надійність та інформативність інформаційних пакетів без збільшення навантаження на задіяний інформаційний канал. Проте процес декодування отриманого фрагменту М-последовності у еквівалентне числове значення за допомогою таких відомих методів, як фіксованого пошуку і одностороннього та псевдопаралельного наближення потребує значних обчислювальних потужностей, що суттєво обмежує можливість їх апаратної реалізації. Метод адаптивного сходження позбавлений згаданих недоліків, проте є множина кодових последовностей, які за його допомогою

декодувати неможливо [2-4].

В процесі дослідження особливостей формування елементів двійкових циклічних М-последовностей запропоновано метод збіжності за ключем.

Суть методу полягає у проведенні перебору фрагментів кодової последовності від прийнятої m_{var} до ключової m_{const} інкрементним або декрементним зсувом із змінним кроком k , величина якого визначається останнім бітом поточного та ключового фрагменту, а також довжиною породжуючого ключа (L) М-последовності:

$$k = \begin{cases} 1, & (m_{var})_L = (m_{const})_L; \\ L, & (m_{var})_L \neq (m_{const})_L. \end{cases} \quad (1)$$

Таким чином на основі порівнювання останнього елементу (біту) прийнятого кодового

фрагменту послідовності $(m_{var})_L$ з відповідним елементом породжуючого фрагменту $(m_{const})_L$ здійснюється вибір кроку зміщення k відносно поточного кодового фрагменту. Якщо $k=1$, то проводиться додаткове побітне порівнювання $(m_{var})_j$ та $(m_{const})_j$, у випадку їх еквівалентності декодування завершується, інакше на основі k генерується новий фрагмент М-послідовності, після чого порівнювання повторюється.

Описана процедура проводиться до повного збігання з породжуючим кодовим фрагментом (m_{const}) . Напрямок зміщення (в кінець чи початок М-послідовності) визначає інкрементний чи декрементний закони сходження до базового коду. Крім того реалізація псевдопаралельного сходження, тобто одночасно інкрементного та декрементного зміщення, реалізується аналогічно до відповідного методу псевдопаралельного (найшвидшого) наближення.

Доцільно зазначити, що описаний метод максимально ефективний у випадку монотонного породжуючого ключа, тобто коли всі його елементи (біти) однакові ("0" чи "1").

Декодування методом інкрементної збіжності за ключем на прикладі М-послідовності (1111) з довжиною породжуючого ключа $L=4$ біти подано на рис. 1.

| № | Код | k_i | № | Код | k_i |
|---|------|-------|----|------|-------|
| 0 | 1111 | 0 | 8 | 1001 | 1 |
| 1 | 1110 | 4 | 9 | 0010 | 4 |
| 2 | 1101 | 1 | 10 | 0100 | 4 |
| 3 | 1010 | 4 | 11 | 1000 | 4 |
| 4 | 0101 | 1 | 12 | 0001 | 1 |
| 5 | 1011 | 1 | 13 | 0011 | 1 |
| 6 | 0110 | 4 | 14 | 0111 | 1 |
| 7 | 1100 | 4 | 0 | 1111 | 0 |

Рис. 1. Декодування методом інкрементної збіжності за ключем

Як можна побачити з рис. 1, повна (побітна) перевірка поточного та базового (ключового) фрагментів необхідна лише в $\approx 53\%$ випадках, що не реалізовано в жодному із вищезгаданих методів. Такий підхід дозволяє відмовитись від математичних операцій та суттєво зменшити кількість операцій порівняння за рахунок більш ефективного використання переходів, як показано на рис.1. Порівняльні характеристики за кількістю необхідних операцій порівняння методів одностороннього наближення, адаптивного

сходження та збіжності за ключем подано на рис. 2.

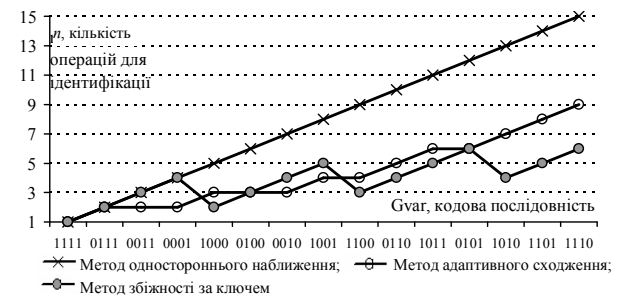


Рис. 2. Кількість операцій при декодуванні М-послідовності (1111)

При декодуванні двійкових циклічних М-послідовностей різних довжин порівняно з методом одностороннього наближення метод збіжності за ключем дозволяє зменшити кількість операцій порівняння на 6...60%. Метод адаптивного сходження в аналогічних умовах забезпечує зменшення лише на 6...40%. Блок-схему алгоритму декодування запропонованого методу подано на рис. 3.

При програмній реалізації методу збіжності за ключем в функції визначення наступної послідовності (фрагменту коду) для порівняння з ключовою $f(k, VarBuf[])$ найдоцільніше застосовувати послідовне формування k біт коду без проведення операцій порівняння з послідовністю $m_{const}[]$.

Утворення кожного наступного елемента (біту) кодової послідовності можна реалізувати за наступними аналітичними виразами:

$$X_i = X_{i-d} + X_{i-h} \text{ або } X_i = X_{i-d} \mp X_{i-h}, \quad (2)$$

де X_i – наступний біт М-послідовності; d, h – величини зсуву для формування ключа.

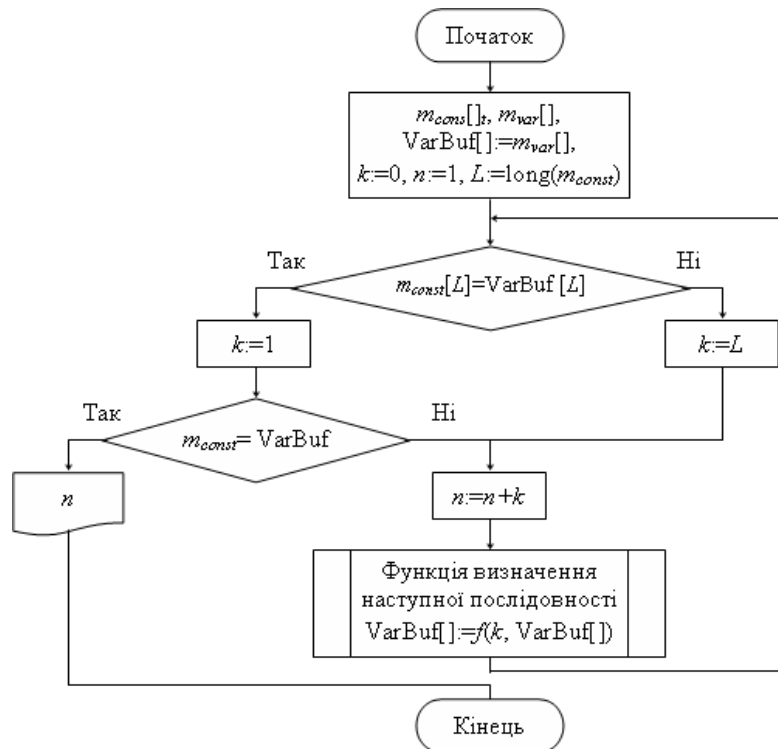
В методах одностороннього та псевдопаралельного наближення після утворення кожного наступного біту послідовності проводиться операція порівняння отриманого кодового фрагменту з ключовим, тобто кількість операцій порівняння відповідає загальній довжині пошуку. В методі адаптивного сходження кількість таких операцій є меншою (на 6...40%) за рахунок використання переходів - результату операції порівняння.

Запропонований метод дозволяє забезпечити більшу ефективність за рахунок мінімізації використання операцій побітного порівняння. Тобто порівняння лише одного біту поточної та ключової послідовностей зумовлює необхідність проведення додаткового повного порівнювання $(m_{var})_j$ та $(m_{const})_j$, внаслідок чого досягається збільшення швидкості декодування фрагментів М-послідовності при програмній реалізації, що дозволяє знизити вимоги до апаратного забезпечення.

При апаратній реалізації запропонованого

методу описана вище процедура декодування також є ефективною. Найчастіше формування поточних бітів реалізується на основі регістру зсуву, що дозволяє використати отриманий біт як признак, що керує блоком повного порівняння відповідних фрагментів M -послідовності.

Проведений аналіз методів утворення, декодування та властивостей двійкових циклічних кодових послідовностей підтверджує доцільність їх застосування в інформаційно-вимірвальних системах як бази представлення інформації, а також в системах кодування та передачі даних.



$mconst[]$, $mvar[]$ – базова (ключова) та прийнята M -послідовності;
 n - цифрове значення прийнятої послідовності; k - поточний крок зміщення
 Рис.3. Блок-схема алгоритму декодування методом збіжності за ключем

1. Мельничук С.І. Методи динамічного декодування одновимірних M -послідовностей // Методи та прилади контролю якості. – Івано-Франківськ. – 1998. - №2. – С.66 – 68. 2. Мельничук С.І., Таянов С.А. Декодування одновимірних циклічних M -послідовностей методом адаптивного сходження // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів. –

2001. - №36. – С.117 – 121. 3. Ныколайчук Я.М., Шевчук Б.М. Методы цифровой обработки шумоподобных сигналов на основе кодовых ключей. Технические средства обработки для высокопроизводительных ЭВМ и систем. – К., 1988. – 153 с. 4. Л.Рабинер, Б.Голд Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1978. – 848 с.