



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **117493** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**H04J 13/00**  
**H04W 84/18** (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2017 00839</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>30.01.2017</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.06.2017</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.06.2017, Бюл.№ 12</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Яцків Василь Васильович (UA), Цаволик Тарас Григорович (UA), Яцків Наталія Георгіївна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>Яцків Василь Васильович, вул. Шпитальна, 3, кв. 23, м. Тернопіль, 46008 (UA), Цаволик Тарас Григорович, бул. Просвіти, 6, кв. 111, м. Тернопіль, 46027 (UA), Яцків Наталія Георгіївна, вул. Шпитальна, 3, кв. 23, м. Тернопіль, 46008 (UA)</b></p>
--	--

**(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ КОРЕГУЮЧИХ КОДІВ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ**

**(57) Реферат:**

Спосіб формування корегуючих кодів в системі залишкових класів, при якому інформаційне повідомлення із двійкової системи числення перетворюють у систему залишкових класів із використанням розширеної системи взаємно простих модулів, зокрема, використання додаткових модулів дозволяє виявляти та виправляти помилки в процесі передачі даних. При цьому, повідомлення розділяють на частини, і систему модулів вибирають таким чином, що отримані частини повідомлення є залишками по вибраних модулях, з яких після перетворення у позиційну систему числення обчислюють перевірочні символи.

UA 117493 U



Корисна модель належить до систем передачі інформації і може бути використана для передавання та приймання дискретних інформаційних повідомлень.

Відомий спосіб формування корегуючих кодів в системі залишкових класів ґрунтується на тому, що інформаційне повідомлення перетворюється в систему залишкових класів з використанням розширеної системи взаємно простих чисел (модулів) [1,2].

Основним недоліком такого способу є необхідність перетворення інформаційного повідомлення, представленого в позиційній системі числення, в систему залишкових класів, що потребує значних обчислювальних ресурсів для кодування повідомлень. Тому він не може бути використаний в пристроях з обмеженими апаратними ресурсами, наприклад, в бездротових сенсорних мережах.

Найбільш близьким за технічною суттю до винаходу, що заявляється, є спосіб формування корегуючих кодів в системі залишкових класів, при якому здійснюється перетворення повідомлення в систему залишкових класів на основі розширеної системи взаємно простих модулів [3, 4].

Суть способу полягає в тому, що для однозначного представлення числа  $x$  достатньо  $k$  залишків, при цьому  $k < n$ . За робочі модулі приймаємо  $p_1, p_2, \dots, p_k$ . Для представлення числа  $X$  залишками  $a_1, a_2, \dots, a_n$  використовуються  $r = n - k$  додаткових залишків. В даному коді кожна цифра несе інформацію про число, включаючи надлишкові символи, таким чином появляється можливість виявлення і виправлення помилок.

Проте такий спосіб значно обмежує використання корегуючих кодів системи залишкових класів, оскільки вимагає перетворення всього інформаційного повідомлення, представленого в позиційній системі числення, в систему залишкових класів при кодуванні і виконання зворотного перетворення після декодування.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки нового способу формування корегуючих кодів системи залишкових класів шляхом поділу повідомлення на частини (тетради, байти) та вибору інформаційних і перевірочних модулів певної розрядності, що забезпечить зменшення апаратних затрат на реалізацію пристроїв кодування та розширить область застосування корегуючих кодів системи залишкових класів в цифрових системах передавання даних.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що спосіб формування перевірочних символів, при якому повідомлення в кодері розділяється на  $k$  частин розрядністю  $m$  з одержаних частин формується позиційне представлення повідомлення за вибраною системою модулів, з якого в свою чергу обчислюються перевірочні символи, згідно з корисною моделлю вибір інформаційних та перевірочних модулів здійснюється за умовою:  $p_i > 2^m$ ,

$p_1 < p_2 < \dots < p_i < \dots < p_n$ , при виконанні якої отримані частини повідомлення  $k$  будуть залишками за вибраною системою модулів, відповідно немає необхідності додаткового перетворення інформаційного повідомлення в систему залишкових класів.

Спосіб здійснюють таким чином. Послідовність бітів, яка підлягає передачі, розділяється на  $k$  частин по 4 або 8 біт:

$$(a_1^1 a_2^1 \dots a_i^1 \dots a_m^1, a_1^2 a_2^2 \dots a_i^2 \dots a_m^2, \dots, a_1^j a_2^j \dots a_i^j \dots a_m^j, \dots, a_1^k a_2^k \dots a_i^k \dots a_m^k), \quad (1)$$

де  $a^i$  - розряд даних в двійковому коді,  $m = 4, 8$ .

Кожній частині двійкового коду  $k$  ставляться у відповідність взаємно прості модулі  $p_i$  ( $p_1 < p_2 < \dots < p_i < \dots < p_k < \dots < p_n$ ) з яких перші  $k$  модулів інформаційні,  $n$  - загальна кількість модулів,  $r = n - k$  - перевірочні модулі. Значення модулів вибираємо з умови  $p_i > 2^m$ . При цьому

$$\text{перші } k \text{ модулів визначають робочий діапазон } p_k = \prod_{i=1}^k p_i, \text{ повний діапазон дорівнює } p = \prod_{i=1}^n p_i.$$

При вказаному способі вибору інформаційних модулів значення тетрад або байтів в позиційному представленні можна вважати залишками, так як вони завжди менші за відповідні модулі  $p_i$ . В результаті вказаного перетворення повідомлення набуде вигляду:

$$\{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k\}, \quad (2)$$

де  $x_i$  - частини повідомлення, які є залишками по вибраних модулях  $p_i$ ,

$$x_i = \sum_{j=1}^m a_j \cdot 2^j.$$

Для обчислення перевірочних символів повідомлення (2) перетворюємо в позиційну систему числення [2]:

$$X = \sum_{i=1}^k (x_i \cdot M_i \cdot \delta_i) \bmod P_k,$$

де  $M_i = \frac{P_k}{p_i}$ ,  $\delta_i = M_i^{-1} \bmod p_i$ .

5 Перевірочні символи обчислюються за формулою [1]:

$$x_{k+i} = X \bmod p_{k+i}, \quad i = 1, (n - k),$$

де  $X$  - повідомлення в позиційній системі числення.

В результаті кодове слово, яке складається з інформаційних і перевірочних символів, і має вигляд:

10  $\{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k, x_{k+1}, \dots, x_n\}$ .

В запропонованому способі формування перевірочних символів зберігаються всі переваги корегуючих кодів системи залишкових класів, при цьому значення інформаційних символів не змінюються, тобто залишаються в позиційній системі числення.

15 Джерела інформації:

1. Акушкин И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. - М.: Сов. Радио. - 1968. - 460 с.

2. Goh, Vik Tor, Mohammad Umar Siddiqi. Multiple error detection and correction based on redundant residue number systems. Communications, IEEE Transactions on 56.3, 2008. - Pp. 325-330.

3. Червяков Н.И., Сахнюк П.А., Шапошников А.В., Ряднов С.А. Модулярные параллельные вычислительные структуры нейро-процессорных систем / Под. ред. Н.И. Червякова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 288 с.

4. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Babenko M.G., Garyanina A.I., Lavrinenko I.N., Lavrinenko A.V., Deryabin M.A. An efficient method of error correction in fault-tolerant modular neurocomputers. Neurocomputing, 205, 2016. - Pp. 32-44.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Спосіб формування корегуючих кодів в системі залишкових класів, при якому інформаційне повідомлення із двійкової системи числення перетворюють у систему залишкових класів із використанням розширеної системи взаємно простих модулів, зокрема, використання додаткових модулів дозволяє виявляти та виправляти помилки в процесі передачі даних, який **відрізняється** тим, що повідомлення розділяють на частини, і систему модулів вибирають таким чином, що отримані частини повідомлення є залишками по вибраних модулях, з яких  
35 після перетворення у позиційну систему числення обчислюють перевірочні символи.