

## РОЛЬ ФІБОНАЧЧІЄВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ В ОРГАНІЗАЦІЇ ШВИДКОЇ ЛІЧБИ У Р-СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ ФІБОНАЧЧІ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** У р-системах числення Фібоначчі для організації швидкої лічби перенесення і запозичення використовуються фібоначчієві перетворення, з перенесенням у молодші або у старші розряди, які відіграють роль переносів і запозичень та можуть виконуватись раніше, ніж виникає переповнення у розрядах.

**Ключові слова.** р-системи числення Фібоначчі, швидка лічба, фібоначчієві перетворення.

**Аннотация.** В р-системах счисления Фибоначчи для организации скорой счета переноса и заимствования используются фибоначчие преобразования, с переносом в младшие или в старшие разряды, играющие роль переносов и заимствований и могут выполняться раньше, чем возникает переполнение в разрядах.

**Ключевые слова.** р-системы счисления Фибоначчи, быстрый счет, фибоначчие преобразования.

**Abstract.** Fibonacci p-number systems use Fibonacci transformations to organize the fast number of transfers and borrowings, with transfers to junior or senior bits, which play the role of transfers and borrowings and can be performed before the overflow in the bits occurs.

**Keywords.** Fibonacci number systems, fast counting, Fibonacci transformations.

Лічильники широко використовуються у цифровій техніці [1]. Проте, лічба є найповільнішою операцією зміни числового значення. Тому для розширення галузі використання лічильників потрібно підвищувати швидкість їх роботи [2].

Метою доповіді є аналіз можливості і особливостей організації лічби у р-системі числення Фібоначчі, який при невеликих апаратних витратах дозволяє досягти високої швидкодії за рахунок того, що під час лічби на кожному такті виконуються адитивні перетворення [3].

Фібоначчієва р-система числення (Фр-система числення) належить до класу надлишкових позиційних систем числення [4]. Тому її можна описати за допомогою набору з двох множин: базису або множини ваг розрядів  $\Phi$  і алфавіту або множини цифр  $D$ :

$$\left. \begin{array}{l} \Phi : \left\{ \begin{array}{l} \forall_{0 \leq i < p} (\varphi_i = 1), \\ \forall_{i \geq p} (\varphi_i = \varphi_{i-1} + \varphi_{i-p-1}) \end{array} \right\} \\ D : \{0,1\} \end{array} \right\}. \quad (1)$$

Базис являє собою множину ваг розрядів  $\varphi_i$ , причому для кожного  $i < p$  виконується  $\varphi_i = 1$ , а для кожного  $i \geq p$  виконується співвідношення  $\varphi_i = \varphi_{i-1} + \varphi_{i-p-1}$ . Алфавіт являє собою множину з двох цифр 0 і 1.

У всіх цих системах числення існує фібоначчієве р-співвідношення між вагами розрядів [5], яке має вид

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \varphi_{i-p-1}.$$

Фібоначчієве співвідношення між розрядами в МФ-системі числення дозволяє виконувати фібоначчієві перетворення кодів (F-перетворення). Фібоначчієві перетворення бувають двох типів: F-перетворення з перенесенням у старші розряди (FL-перетворення) і F-перетворення з перенесенням у молодші розряди розряди (FR-перетворення) [6].

Фібоначчієве перетворення з перенесенням у старші розряди полягає у додаванні одиниці в і-й розряд і відніманні одиниць від (і-1)-го та (і-р-1)-го розрядів.

$$FL(X) = \bigvee_{i \geq p \wedge x_i = 0 \wedge x_{i-1} = 1 \wedge x_{i-p-1} = 1} (X + \varphi_i - \varphi_{i-1} - \varphi_{i-p-1}).$$

Фібоначчієве перетворення з перенесенням у молодші розряди полягає у відніманні одиниці від  $i$ -го розряду і додаванні одиниць в  $(i-1)$ -й та  $(i-p-1)$ -й розряди.

$$FR(X) = \bigvee_{i \geq p \wedge x_i = 0 \wedge x_{i-1} = 1 \wedge x_{i-2} = 1} (X - \varphi_i + \varphi_{i-1} + \varphi_{i-p-1}).$$

FL- і FR-перетворення подібні до відомих операцій згортки і розгортки, що полягають у заміні одного коду на інший [5,7]. Але, на відміну від логічних операцій згортки і розгортки, FL- і FR-перетворення визначені як умовні операції додавання і віднімання, що виконуються над частинами коду, не змінюючи значення всього коду. Таке визначення дозволяє позиціонувати дані перетворення як перенесення і запозичення. Отже, в Фр-системах числення перенесення і запозичення можуть виконуватись раніше, ніж виникне переповнення у розрядах. Це дозволяє відокремити перенесення і запозичення від додавання чи віднімання одиниці при лічбі. Завдяки такому виконанню перенесень і запозичень вони мають обмежену довжину розповсюдження у розрядах коду, що покладено в основу побудови швидкодіючих лічильників в таких системах числення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров О. Д., Черняк О. І. Розрядність пристроїв порозрядного додавання в АМ-системах числення [Електронний ресурс] / О. Д. Азаров, О. І. Черняк // Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 4. – С. 1– 9. – Режим доступу до журналу : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2010\\_4/2010-4.files/uk/10odaics\\_ua.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2010_4/2010-4.files/uk/10odaics_ua.pdf).
2. Азаров О. Д. Метод побудови швидкодіючих фібоначчієвих лічильників / О. Д. Азаров, О. І. Черняк // Проблеми інформатизації та управління – 2014. – №2(46). – С 5-8.
3. Азаров О. Д., Черняк О. І. Визначення довжини перенесення при додаванні в системах числення з адитивними та мультиплікативними співвідношеннями між вагами розрядів / О. Д. Азаров, О. І. Черняк // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. – 2004. – Випуск 74. – С. 401–407. – ISSN 1996-1588.
4. О. Д. Азаров, О. І. Черняк, «Структурна організація побітового множення і ділення кодів золотої пропорції», Проблеми інформатизації та управління, Вип. 3(21), с. 5–13, 2007.
5. О. Д. Азаров, О. І. Черняк, П. О. Черняк, "Системи числення з адитивними та мультиплікативними співвідношеннями між вагами розрядів", Вісник ВПІ, №1, с. 58-64, 2001.
6. Olexiy D. Azarov, Sergii V. Pavlov, Olexandr I. Chernyak, Igor D. Ivasyuk, Waldemar Wójcik, and Aigul Syzdykpayeva, «Principles of fast count in modified Fibonacci numerical system», Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 2018, 1080829 (1 October 2018). doi.org/10.1117/12.2501565
7. А. Д. Азаров, А. И. Черняк, «Полнофункциональная побитовая обработка результатов аналого-цифрового преобразования», Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації: Третя міжнародна наук.-практ. конф. Вінниця, 2011, с. 208-209.

### Відомості про авторів

Азаров Олексій Дмитрович, д. т. н., професор, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Вінницького національного технічного університету, заслужений працівник освіти України; адреса: 21021, м. Вінниця, вул. Порики, 16, кв. 13.; роб. т.: (0432) 43-90-02; дом. т.: 43-75-07; e-mail: [azarov2@vstu.vinnica.ua](mailto:azarov2@vstu.vinnica.ua).

Черняк Олександр Іванович, к. т. н., доцент кафедри обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету; адреса: Вінницька обл., Вінницький район, с. Лисогора, вул. Лесі Українки, 29а; т. (+3)0671114858; e-mail: [alexandr.chernyak@gmail.com](mailto:alexandr.chernyak@gmail.com).)