

УДК 004.312.2:004.94

О.Г. Мельник

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Черкаси

## ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ВЕКТОРНОЇ ОСНОВИ СИСТЕМИ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ З УРАХУВАННЯМ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ

В даній статті сформовано обмеження та вимоги до векторної основи системи залишкових класів з урахуванням рішення задачі прогнозування пожеж у житловому секторі. Для забезпечення підвищення надійності реалізації системи залишкових класів формалізовано задачу розподілу варіантів реалізації каналів між табличною та апаратною, що забезпечить зменшення апаратної надлишковості при обмеженні на час отримання результату.

**Ключові слова:** пожежна безпека, метод групового врахування аргументів, система залишкових класів, векторна основа.

### Вступ

**Актуальність проблеми.** Сьогодні суспільство вимагає підвищеної уваги до питань захисту населення від надзвичайних ситуацій як природного, так і техногенного характеру. Пожежна небезпека завжди була, є і буде однією з основних загроз виникнення надзвичайних ситуацій. Статистика стверджує [1], що найбільша кількість пожеж виникає в житловому секторі з таких основних причин, як: людський фактор (необережне поводження з вогнем, неправильна експлуатація побутових приладів і газового обладнання, дитячі пустощі, підпал) та аварійний стан електромережі житлових будинків (коротке замикання, перевантаження електропроводок, перехідні опори і т.д.). Особливу увагу в прогнозуванні надзвичайних ситуацій необхідно приділити пожежам через перевантаження електромережі.

Створення автоматизованих систем прогнозування та попередження пожеж у житловому секторі є однією з найважливіших науково-технічних задач, вирішити яку можна за рахунок адаптації існуючих методів прогнозування до предметної області, а також створення відповідних програмно-апаратних засобів.

**Аналіз останніх досліджень.** Серед останніх досліджень і публікацій варто виділити [2, 3], в яких представлені результати добового моніторингу навантаження електромережі у житлових будинках та запропоновано для прогнозування передумов виникнення пожеж у житлових будинках застосовувати метод групового врахування аргументів. У [4 – 6] доведено

можливість застосування індуктивних методів моделювання (зокрема багаторядного алгоритму методу групового врахування аргументів) для прогнозування виникнення пожеж у житловому секторі.

Проте дослідження методу прогнозування передумов виникнення пожеж у житловому секторі показало, що існуючі засоби обчислювальної техніки не забезпечують комплексного вирішення проблеми прогнозування пожеж через велику кількість моделей квартир [3], тому необхідно вдосконалювати існуючі апаратні засоби.

**Мета роботи** полягає в удосконаленні теорії системи залишкових класів шляхом введення обмежень на вибір основ для табличної та апаратної реалізації.

### Виклад основного матеріалу

Вдосконалити існуючі апаратні засоби для прогнозування пожеж у житловому секторі можна за рахунок впровадження системи залишкових класів. У [7] проведено перевірку можливості застосування системи залишкових класів для забезпечення швидкості розрахунку моделей, обґрунтовано правильність вибору системи числення, яка найбільш ефективно виконує операції додавання, віднімання та множення, оскільки було зазначено, що поліном методу групового врахування аргументів будується на основі зазначених операцій.

У системі залишкових класів операції додавання, віднімання та множення можна виконувати паралельно по кожному каналу:

$$X * Y \xrightarrow{\text{СЗК}} \left( \underbrace{|X|_{m_1} * |Y|_{m_1}|_{m_1}}_{\text{канал } m_1}, \underbrace{|X|_{m_2} * |Y|_{m_2}|_{m_2}}_{\text{канал } m_2}, \dots, \underbrace{|X|_{m_n} * |Y|_{m_n}|_{m_n}}_{\text{канал } m_n} \right); \quad \forall X, Y \in Z(M), \quad * \in \{\oplus, \ominus, \otimes\},$$

де  $X, Y$  – числа, які представляються як ділення на векторну основу;  $m_1, m_2, \dots, m_n$  – основи;  $M$  – діапазон отриманої числової системи, і числа представляються своїми залишками від ділення на обрану систему основ:

$$X \xrightarrow{\text{СЗК}} (|X|_{m_1}, |X|_{m_2}, \dots, |X|_{m_n}); \quad M = \prod_{i=1}^n m_i.$$

Основні вимоги до векторної основи. Нехай  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множина вхідних даних;  $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  – множина вихідних даних обчислювального процесу.

Тоді сам обчислювальний процес можна представити в наступному вигляді:

$$\begin{cases} y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ y_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ y_k = f_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{cases}, \text{ або } \bar{Y} = F(\bar{X}). \quad (1)$$

Векторна основа  $\beta = [m_1, m_2, \dots, m_n]$  для проведення обчислень (1) повинна забезпечувати однозначне представлення всіх вхідних і вихідних даних. Проміжні дані на виконання цієї умови контролювати не обов'язково.

Нехай  $W : x_i \in W, y_j \in W, i = \overline{1..n}, j = \overline{1..k}$  – область значень вхідних та вихідних даних,  $w_{\max}$  – максимальний по модулю елемент із  $W$ . Перерахуємо вимоги, виконання яких дозволить одночасно представити всі елементи  $W$  по модулю  $\beta = [m_1, m_2, \dots, m_n]$ :

1. Для забезпечення однозначної відповідності будь-якого  $w_i \in W$  і її представлення  $|w_i|_\beta$  необхідне виконання наступної умови:

$$(m_i, m_j) = 1, \quad i \neq j, \quad (2)$$

де  $(m_i, m_j)$  – найбільший загальний дільник чисел  $m_i$  та  $m_j$ .

2. Для виключення псевдопереповнення під час представлення вихідних та кінцевих даних повинна бути виконана наступна умова:

$$\begin{cases} M > w_{\max} & \text{при } W \subset I_+; \\ M > 2w_{\max} & \text{при } W \subset I; \\ M \geq 2w_{\max}^2 + 1 & \text{при } W \subset Q; \\ M \geq 2/\varepsilon^2 + 1 & \text{при } W \subset Q, \end{cases} \text{ де } M = \prod_{i=1}^n m_i; \quad (3)$$

$\varepsilon$  – точність представлення раціональних чисел;  $Q$  – множина раціональних чисел;  $I$  – множина цілих чисел;  $I_+$  – множина цілих невід'ємних чисел.

Для подальшої зручності перепишемо (3) в наступному вигляді:

$$M \geq M_0, \text{ де } M_0 = \begin{cases} w_{\max} & \text{при } W \subset I_+ \\ 2w_{\max} & \text{при } W \subset I \\ \max(2w_{\max}^2 + 1, 2/\varepsilon^2 + 1) & \text{при } W \subset Q \end{cases} \quad (4)$$

Запис  $\max(\dots)$  означає максимальне із перерахованих значень.

Таким чином, алгоритм знаходження векторної основи  $\beta$  зводиться до генерації послідовності простих чисел  $m_1 < m_2 < \dots < m_n$ , похідна яких більша або рівна  $M_0$ .

Система залишкових класів реалізується на табличному рівні. Для підвищення достовірності роботи запропоновано поділити канали системи залишкових класів для реалізації на апаратному та програмному рівнях. Виходячи з цього, були сформовані вимоги до основи системи залишкових класів,

які дозволяють забезпечити підвищення надійності паралельно з високою швидкістю обчислення.

Задача оптимізації векторної основи. Оптимізація векторної основи здійснюється по максимуму швидкодії і по мінімуму розходу пам'яті. Але оскільки алгоритми додавання, віднімання, множення та ділення мають різні часові складнощі, а під час рішення різних задач можуть домінувати будь-які з них, як наслідок, цільова функція повинна враховувати їх реальне співвідношення в задачі, що вирішується.

$$\begin{aligned} t_a^+(m_z^*) &\leq t_t^+(m_z); & C_a^+(m_z^*) &\leq C_t^+(m_z); \\ t_a^-(m_z^*) &\leq t_t^-(m_z); & C_a^-(m_z^*) &\leq C_t^-(m_z); & m_z^* &\rightarrow m_z; \\ t_a^*(m_z^*) &\leq t_t^*(m_z) & C_a^*(m_z^*) &\leq C_t^*(m_z) \end{aligned}$$

де  $t_a$  – реалізація на апаратному рівні (додавання  $t_a^+$ , віднімання  $t_a^-$ , множення  $t_a^*$ );  $t_m$  – реалізація на табличному рівні (додавання  $t_m^+$ , віднімання  $t_m^-$ , множення  $t_m^*$ );  $C_a$  – апаратна складність реалізації (додавання  $C_a^+$ , віднімання  $C_a^-$ , множення  $C_a^*$ );  $C_m$  – таблична складність реалізації (додавання  $C_m^+$ , віднімання  $C_m^-$ , множення  $C_m^*$ );  $z$  – порядковий номер основи;  $m$  – основи (прості числа).

Пошук оптимальної основи необхідно проводити з урахуванням структури вхідних даних, які використовуються в реалізації моделі прогнозування. Особливістю вхідних даних є те, що вони представлені лише натуральними числами, що значно спрощує вимоги до основи системи залишкових класів.

У процесі пошуку кожне знайдене розкладання необхідно піддавати перевірці на виконання умови (5), що витікає із сформованих вимог до основи системи залишкових класів:

$$\begin{cases} n \leq n_{\max}; \\ m_i \leq m_{i \max}, \quad i = 1 \dots n; \\ m_1 < m_2 < \dots < m_n. \end{cases} \quad (5)$$

Невиконання цієї умови означає, що дане розкладання не можна використовувати в якості основи.

Для практичної реалізації системи залишкових класів необхідно перейти до двійкового базису, який на даний час використовується майже у всіх системах обробки інформації.

Задача кодування інформації представляється як деяке перетворення числових даних в заданій системі числення. Інколи ця операція може бути зведена до групування символів (представлення у вигляді тріад чи тетрад) або представлення у вигляді символів (цифр) позиційної системи числення.

Системами з кодованим представленням цифр називаються такі системи, де кожна цифра кодується визначеною комбінацією декількох інших символів, які є цифрами іншої системи числення.

Число в кодованій позиційній системі числення в загальному вигляді можна представити наступним чином:

$$A_p = (a_{n,k} \cdot p^n + a_{n-1,k} \cdot p^{n-1} + \dots + a_{1,k} \cdot p^1 + a_{0,k} \cdot p^0) \cdot P^k + \\ + (a_{n,k-1} \cdot p^{n-1} + \dots + a_{0,k-1} \cdot p^{n-1}) \cdot P^{k-1} + \dots + \\ + (a_{n,0} \cdot p^n + \dots + a_{n,0} \cdot p^1 + a_{0,0} \cdot p^0) \cdot P^0,$$

де  $a_i$  – цифра  $i$ -го розряду числа;  $p$  – основа системи числення, символами якої кодуються числа;  $P$  – основа вихідної системи числення;  $n, k$  – степінь та індекс.

При накладанні деяких перешкод на основний сигнал, що зображує цифру, найбільша помилка можлива в пристрої, що використовує системи числення із самою великою основою. Системам з малою основою притаманно більше переваг.

З точки зору технічної реалізації десяткова система числення не є найкращою, оскільки елементи, що володіють десятима стійкими станами, мають невисоку швидкість перемикавання, і отже, не можуть забезпечити відповідну швидкодію машини. Тому з позицій найбільшої завадостійкості перевагу надають однорідній позиційній двійковій системі числення. Ця система числення використовується у великих і середніх ЕОМ, призначених для розв'язання науково-технічних задач з великим об'ємом обчислень і порівняно малою кількістю початкових даних.

## Висновки

Так як система залишкових класів по своїй природі є надлишковою, то для зменшення введеної інформаційної надлишковості необхідно перейти до двійкового базису з можливо меншою інформаційною надлишковістю кодової системи числення. Цей перехід можна здійснити за допомогою перекодування опираючись на результати дослідження.

Подальші дослідження будуть направлені на проведення перекодування в кодовані системи числення з урахуванням особливостей системи залишкових класів, для чого потрібно здійснити аналіз та синтез кодованих систем числення, адаптованих до реалізації системи залишкових класів.

## ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ВЕКТОРНОЙ ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ С УЧЕТОМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

О.Г. Мельник

*В данной статье сформированы ограничения и требования к векторной основе системы остаточных классов с учетом решения задачи прогнозирования пожаров в жилом секторе. Для обеспечения повышения надежности реализации системы остаточных классов формализовано задание распределения вариантов реализации каналов между табличной и аппаратной, что обеспечит уменьшение аппаратной избыточности при ограничении на время получения результата.*

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, метод группового учета аргументов, система остаточных классов, векторная основа.

## FORMATION OF REQUIREMENTS FOR VECTOR BASED OF THE SYSTEM OF RESIDUAL CLASSES WITH DECISIONS OF PROBLEMS OF FORECASTING FIRES IN RESIDENCES

O.G. Melnyk

*In this article was formed the limitations and requirements for vector-based system of residual classes in view of solving the problem of forecasting fires in the residential sector. To improve the reliability of software implementation of the system of residual classes formalized task distribution channels embodiments between tabular and hardware that provide hardware redundancy reduction by limiting time on the result.*

**Keywords:** fire safety, group method of data handling, the system of residual classes, vector basis.

## Список літератури

1. Аналітична довідка про стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 12 місяців 2014 року [Електрон. ресурс] / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – 2015. – Режим доступу: <http://www.undicz.mns.gov.ua/content/amkor.html>. – Назва з екрана.
2. Мельник О.Г. Добовий моніторинг навантаження електромережі у житлових будинках / О.Г. Мельник, В.М. Рудницький, Р.П. Мельник, В.І. Томенко // Пожежна безпека: теорія і практика: зб. наук. пр. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2011. – № 7. – С. 106-110.
3. Голуб С.В. Інформаційне моделювання як метод прогнозування аварійного стану електромережі / С.В. Голуб, О.Г. Мельник, Р.П. Мельник // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, 2011. – № 5 (95). – С. 265-268.
4. Мельник О.Г. Прогнозування пожегор в жилих зданиях с помощью полиномиальных алгоритмов МГУА / О.Г. Мельник, Р.П. Мельник // Инновационные технологии защиты от чрезвычайных ситуаций: мат-лы междунар. научно-практ. конф., 26-27 сентября 2013 г. – Минск, 2013. – С. 149.
5. Мельник О.Г. Метод автоматизированного прогнозирования пожаров в жилом секторе / О.Г. Мельник, Р.П. Мельник // Проблемы техносферной безопасности-2013: мат-лы II международной научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов, 9 апреля 2013 г. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2013. – С. 77-79.
6. Мельник О.Г. Методы повышения эффективности прогнозирования пожаров в жилом секторе / О.Г. Мельник, Р.П. Мельник // Проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов хозяйствования: мат-лы международного научного семинара, 15-16 мая 2014 г. – Кокшетау, 2014. – С. 79-81.
7. Дендаренко В.Ю. Побудова інформаційної системи моніторингу пожежної безпеки / В.Ю. Дендаренко, О.Г. Мельник, Г.П. Чепурний // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 3 (40). – С. 167-170.

Надійшла до редколегії 25.02.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.М. Рудницький, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.