

УДК 004.312.2:004.94

В.Ю. Дендаренко, О.Г. Мельник, Г.П. Чепурний

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, Черкаси

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

У статті проведено аналіз можливості застосування апарату автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації для моніторингу пожежної безпеки, доведено можливість його адаптування до предметної області, проведено перевірку можливості застосування системи залишкових класів для забезпечення швидкості розрахунку моделей.

Ключові слова: прогнозування пожеж, багаторівневе перетворення інформації, інформаційна система моніторингу, система залишкових класів.

Вступ

Актуальність проблеми. Серед надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру особливе місце посідають пожежі, наслідки від яких завдають значної шкоди світовій економіці. Пожежа призводить до пошкодження або знищення матеріальних цінностей, створює загрозу життю та здоров'ю людей. Проблема пожеж стає глобальною за своїми масштабами та стосується не тільки національних, але й міжнародних інтересів. Одним із шляхів запобігання пожеж є їх прогнозування і профілактика.

Ефективність планування та реалізації профілактичних заходів у сфері пожежної та техногенної безпеки істотно залежить від достовірності та оперативності моніторингової інформації, на основі якої приймаються управлінські рішення. На сьогоднішній день існує гостра потреба в створенні засобів інтегральної оцінки та прогнозування стану пожежної безпеки, яка була б здатна врахувати всі особливості заданої адміністративної території.

Застосування інформаційних технологій моніторингу при плануванні профілактичних заходів у

сфері пожежної та техногенної безпеки дозволяє забезпечувати процеси прийняття рішень інформацією про стан пожежної безпеки адміністративної території в цілому та якісно впливати на кількість втрат, що є наслідком виникнення надзвичайних ситуацій на цих територіях.

Найбільш ефективним підходом до удосконалення діючої системи державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки є застосування технологій моніторингу із багаторівневим перетворенням інформації. Ієрархічний підхід до формування структури інформаційних систем, що реалізують ці технології, дає змогу розв'язувати складні задачі отримання інтегральних показників стану об'єктів моніторингу пожежної безпеки як послідовність локальних задач перетворення інформації, скоординованих між собою та адаптованих до зміни зовнішніх впливів.

Аналіз останніх досліджень. Теоретична основа до вирішення зазначених задач міститься в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених [1 – 4], але аналіз сучасного стану науково-методичного апарату автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації показує, що для їх застосування

в предметній області моніторингу пожежної безпеки необхідно розв'язати ряд системних задач.

Формулювання цілей статті. Головною задачею є адаптування методів та засобів синтезу моделей до недостатньої інформативності та певної зашумленості масиву вхідних даних, отриманих в умовах діючої системи державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки. Цим зумовлена потреба в розробці нових та удосконаленні існуючих методів та засобів формування масивів вхідних даних як елементів структури технології моніторингу пожежної безпеки з багаторівневим перетворенням інформації.

Забезпечення ефективного, точного, якісного й своєчасного прогнозу неможливе без високонадійних швидкодіючих засобів обчислювальної техніки. На теперішній час розвиток інтелектуальних комп'ютеризованих систем прогнозування перебуває під особливим контролем держави і відноситься до розряду стратегічно важливих і актуальних наукових розробок.

Таким чином, авторами поставлена важлива науково-технічна задача – прогнозування пожеж за рахунок адаптації методів прогнозування до предметної області, а також створення програмно-апаратних засобів прогнозування пожеж. Підвищення оперативності прогнозування дозволить забезпечити не тільки економічний, але й соціальний ефект через зменшення кількості загиблих і травмованих на пожежах, підвищення довіри до дієвості Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України).

Виклад основного матеріалу

Широкого впровадження інформаційних систем моніторингу, які пов'язують в єдину структуру всі етапи забезпечення інформацією процесу прийняття рішень при плануванні профілактичних заходів, на даний час не відбувається. Причиною цьому є «шум» в масиві вхідних даних та обмежені можливості науково-методичного апарату — методів та засобів багатопараметричної обробки результатів Державного нагляду у сфері пожежної безпеки та методів побудови інформаційних систем із розвинутою ієрархічною структурою, які автоматизують цей процес та забезпечують системний ефект.

При застосуванні сучасних технологій проектування інформаційних моніторингових систем виникає проблема врахування особливостей діючої системи нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки. Необхідно розробити спеціальні методи адаптації структури цих систем до зміни інформативності масиву вхідних даних, щоб уникнути впливу зашумлених даних на результат роботи системи.

Основним джерелом невизначеності в даному випадку є відсутність достовірної інформації про

комплексний вплив профілактичних заходів на пожежонебезпечні характеристики об'єкта. Знизити невизначеність можливо, дослідивши результати комплексних профілактичних заходів, проведених протягом минулого періоду часу.

Таким чином, необхідно здобути інформацію для порівняння стратегій управління пожежною безпекою, тобто планів профілактичних заходів. Відповідно положень теорії дослідження операцій [5] стратегія – це спосіб розподілу ресурсів, що забезпечує досягнення мети. Тому інформація, яку необхідно отримати на виході систем протипожежного моніторингу, повинна забезпечити ефективний розподіл ресурсів, що дозволить знизити кількість пожеж на заданій території в наступний період часу в порівнянні з періодом минулим. Показник ефективності даної інформаційної системи розраховується відповідно виразу:

$$E = \frac{\Delta N}{R},$$

де ΔN – різниця між збитками від пожеж наступного та попереднього року;

R – кількість ресурсів, витрачених на профілактику пожеж попереднього року.

У відповідності до методології побудови систем багаторівневого соціоекологічного моніторингу [1] був створений інформаційний опис об'єкта моніторингу.

Вхідний масив даних містить характеристики різного роду факторів, що впливають на кількість пожеж та загорянь. Інформаційна система повинна забезпечити особу, яка приймає рішення (ОПР), інформацією про впливовість кожного із факторів. На основі цієї інформації ОПР повинна мати можливість ефективно розподілити ресурси в рамках виконання запланованих заходів.

До переліку показників, які формують первинний опис об'єктів ДСНС України в сфері пожежної безпеки, входять такі, як: час, місце виникнення, кількість населення, кількість випадків підпалювання, несправність виробничого обладнання, порушення правил безпеки праці, а також правил улаштування та експлуатації електроустановок і печей, необережне поводження з вогнем та ін.

В зв'язку з тим, що існуючі засоби обчислювальної техніки не забезпечують комплексного вирішення проблеми прогнозування пожежі із-за великої кількості моделей та даних, які потрібно опрацювати, необхідно вдосконалити існуючі апаратні засоби за рахунок впровадження системи залишкових класів та інформаційної надлишковості для реалізації підсистеми перетворення моделей [6].

Задачу підвищення швидкості та надійності обчислень можна розглядати з двох боків. З одного боку, це апаратний рівень, фундаментальними обмеженнями на якому є технічні можливості ство-

рення елементної бази – зменшення розмірів кристалів, збільшення частоти синхронізації (тактової частоти), рішення проблем тепловідведення та ін. Багато в чому цей рівень визначається сучасним станом фундаментальних наук, насамперед, фізики. З іншого боку, це – математико-алгоритмічний рівень обчислень, і фундаментальними обмежувачими чинниками тут виступають, в числі інших, необхідність послідовного обчислення, коли наступний етап (крок) частково або повністю залежить від попередніх кроків.

Навіть найпростіші арифметичні операції додавання і множення (не кажучи вже про ділення) при реалізації їх обчислювачами з архітектурою фон-Неймана здійснюються бітами, і обчислення кожного наступного біта залежить від результату операції над попередніми бітами (в даному випадку це знак переносу – carrysign).

Системою залишкових класів називається система числення [7], в якій довільне число A представляється у вигляді набору найменших невід'ємних залишків по модулях m_1, m_2, \dots, m_n , тобто $A = [A \pmod{m_1}, A \pmod{m_2}, \dots, A \pmod{m_n}]$ або:

$$A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n),$$

де $\alpha_i = A \pmod{m_i}$, а об'єм діапазону $[0, M)$ представлених чисел в цьому випадку дорівнює:

$$M = m_1 m_2 \dots m_n.$$

Для чисел діапазону $(0, M)$ арифметичні операції додавання, віднімання і множення виконуються із залишками α_i незалежно один від одного, причому за простими правилами.

До переваг такого подання чисел відноситься також малорозрядність залишків, висока точність і надійність, здатність системи до самокорекції.

Проте виникають серйозні труднощі під час реалізації так званих немодульних операцій, для виконання яких необхідне знання цифр операндів по усіх розрядах [8]. Однією з таких немодульних операцій є операція порівняння чисел.

Використання системи залишкових класів і модульних обчислень дозволяє істотно збільшити швидкість арифметичних обчислень за рахунок паралельного виконання операцій над залишками. Сучасна апаратна база дозволяє також замінювати арифметичні операції над залишками однокантними табличними вибірками.

Сучасний розвиток технологій інтегральних схем зробив можливим використання модульної арифметики для багатьох областей цифрової обробки сигналів, розпізнавання образів та інших задач, що вимагають інтенсивних обчислень.

Система залишкових класів – непозиційна система числення, операції додавання і множення в якій здійснюються паралельно по N обчислювальним каналам:

$$X * Y \xrightarrow{\text{СЗК}} \left(\begin{array}{c} \underbrace{|X|_{m_1} * |Y|_{m_1}}_{\text{канал } m_1} \\ \dots \\ \underbrace{|X|_{m_2} * |Y|_{m_2}}_{\text{канал } m_2}, \dots, \underbrace{|X|_{m_n} * |Y|_{m_n}}_{\text{канал } m_n} \end{array} \right),$$

$$\forall X, Y \in Z(M), * \in \{ \oplus, \otimes \},$$

де X, Y – числа, які представляються як ділення на векторну основу; m_1, m_2, \dots, m_n – основи; M – діапазон отриманої числової системи.

Узагальнена структура приладів цифрової обробки сигналів в модулярній арифметиці представлена на рис. 1.

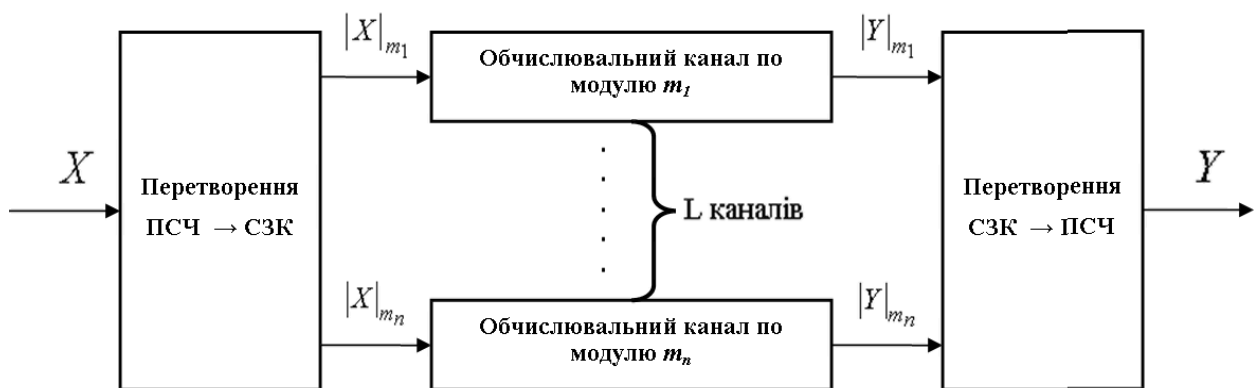


Рис. 1. Загальна структура приладів цифрової обробки сигналів в системі залишкових класів

Число X на вході перетворюється з позиційної системи числення в модульне представлення в системі залишкових класів у базисі модулів $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, після чого виконуються незалежні обчислення для кожного модуля m_i . На виході відбувається зворотне перетворення із системи залишкових класів в позицій-

ну систему числення. Як зазначено у роботі [9], структура, зображена на рис. 1, має ряд незаперечних переваг під час її реалізації на інтегральних схемах:

1. Незалежність кожного каналу за окремим модулем забезпечує значну гнучкість при плануванні і топологічному проектуванні кристалу.

2. Реалізація таких пристроїв на основі ПЛІС, що володіють меншими вентиляними ресурсами, може бути легко перепланована і розміщена в кілька кристалів.

3. Трасувальні міжз'єднання поширюються тільки всередині окремого обчислювального каналу, що виключає наявність довгих трас і, як наслідок, забезпечує деяке зменшення споживаної потужності і зменшення затримок по критичних шляхах.

4. Відсутність спеціальних вимог щодо синхронізації між окремими каналами (за винятком синхронізації на вході та виході) значно полегшує трасування ланцюгів тактових частот, які будуть мати менше розфазування. Це, в свою чергу, призводить до зменшення пікових викидів по ланцюгах синхронізації.

5. При необхідності введення додаткових надлишкових каналів забезпечує можливість побудови відмовостійких систем.

Наведені чинники, разом з перевагами модульних обчислювачів у швидкодії та займаній площі, дозволяють говорити про обчислення в системі залишкових класів як про перспективну технологію розробки високопродуктивних систем, функціонуючих у реальному часі.

ВИСНОВКИ

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

Проте проводити перекодування в кодовані системи числення без врахування особливостей системи залишкових класів буде неефективним. Тому подальші дослідження будуть направлені на аналіз та синтез кодованих систем числення, адаптованих до реалізації системи залишкових класів.

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.Ю. Дендаренко, О.Г. Мельник, Г.П. Чепурной

В статье проведен анализ возможности применения аппарата автоматизированных систем многоуровневого преобразования информации для мониторинга пожарной безопасности, доказана возможность его адаптации к предметной области, проведена проверка возможности применения системы остаточных классов для обеспечения скорости расчета моделей.

Ключевые слова: прогнозирование пожаров, многоуровневое преобразование информации, информационная система мониторинга, система остаточных классов.

BUILDING OF THE INFORMATION SYSTEM OF MONITORING FIRE SAFETY

V.J. Dendarenko, O.G. Melnyk, G.P. Chepurnoj

In the article analyzes the possibility of using the apparatus of automated tiered conversion information for the monitoring of fire safety, proved the possibility of adapting it to the domain, checked the possibility of using the system of residual classes for speed calculation models.

Keywords: forecasting fire, multilevel conversion information, information monitoring system, the system of residual classes.

Список літератури

1. Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища / С.В. Голуб. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 218 с.

2. Ивахненко А.Г. Обзор задач, решаемых по алгоритмам Метода Группового Учета Аргументов (МГУА) [Электрон. ресурс] / А.Г. Ивахненко, Г.А. Ивахненко // Режим доступа: <http://gmdh.net>.

3. Принятие решений в системах мониторинга / [Т.Г. Емельяненко, А.В. Зберовский, А.Ф. Приставка, Б.Е. Собко]. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2005. – 224 с.

4. Дендаренко В.Ю. Метод адаптивного формирования структуры информационной системы мониторинга пожарной безопасности / В.Ю. Дендаренко // Системы обработки информации. – 2010. – Вып. 8 (89). – С. 174-178.

5. Таха Х.А. Введение в исследование операций, 6-е издание.: пер. с англ. / Х.А. Таха. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 916 с.

6. 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. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. – С. 77-79.

7. Акушский И.Я. Машинная арифметика в остаточных классах / И. Я. Акушский, Д. И. Юдицкий. – М.: Советское радио, 1968. – 440 с.

8. Копыткова Л.Б. Реализация деления чисел в системе остаточных классов на модули системы / Л.Б. Копыткова, Н.И. Червяков // Вестник Ставропольского государственного университета. – Вып. 34. – 2003. – С. 7-11.

9. Стемпковский А.Л. Особенности реализации устройств цифровой обработки сигналов в интегральном исполнении с применением модулярной арифметики / А.Л. Стемпковский, А.И. Корнилов, М.Ю. Семенов // Информационные технологии. – № 2. – 2004. – С. 2-9.

Надійшла до редколегії 11.07.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.