

УДК 004.312.2:004.94

О. Г. Мельник, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Р. П. Мельник, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України

## РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЖИТЛОВОГО СЕКТОРУ

Дослідження присвячене розробленню сучасних методів та технічних засобів з метою виконання завдання з прогнозування в реальному часі передумов виникнення пожеж у житловому секторі. Це стало основою для створення засобів цивільного захисту – інформаційних систем з попередження виникнення пожеж та передачі оперативної інформації для прийняття управлінських рішень.

Розроблена інформаційна система базується на використанні методу групового урахування аргументів за рахунок його адаптації до предметної області. Запропонована технологія дозволяє виконувати надскладні завдання з отримання інтегральних даних зі стану об'єктів моніторингу пожежної безпеки як послідовність, що містить скоординовані між собою складові, що адаптовані до змін сторонніх впливів.

Для впровадження результатів дослідження використано систему залишкових класів, що є найбільш ефективним методом підвищення швидкодії та достовірності роботи спеціалізованих засобів обчислювальної техніки. Подальші дослідження були спрямовані на пошук системи числення, що забезпечить швидку реалізацію системи залишкових класів. Запропоновано реалізувати її на основі позиційної надлишкової системи числення, що дозволяє гарантовано знаходити помилки. Помилки прогнозування можуть призвести до нераціонального використання сил і засобів органів і підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій та значної втрати коштів.

Також отримали подальший розвиток методи синтезу дискретних пристроїв на основі систем числення з постійною кількістю одиниць. Розроблено математичну модель суматора для двійково-четвіркової системи числення з постійною кількістю одиниць, в якій використовуються інверсні розряди. Така модель суматора формує сигнал переносу в парафазному коді, повністю контролює правильність виконання всіх операцій разом з переносом.

Отримані результати дозволяють забезпечити точність прогнозування впродовж трьох діб з середньою похибкою від 1,2 до 2,6 %.

**Ключові слова:** цивільний захист, прогнозування пожеж, житловий сектор, інформаційна система, алгоритмічна концепція, метод групового урахування аргументів, система залишкових класів, система числення.

**Постановка проблеми.** Протягом останніх кількох років в Україні спостерігається тенденція до зростання кількості виникнення надзвичайних ситуацій, збільшення їх масштабів та кількості жертв [1]. Аналіз результатів практичної діяльності органів та підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій та єдиної державної системи цивільного захисту в цілому свідчить про те, що існують суттєві недоліки в забезпеченні

оперативного реагування на надзвичайні ситуації (НС) різного характеру, прийнятті своєчасних і обґрунтованих рішень. Це призводить до неналежного рівня організації державного управління у НС та інформаційного забезпечення [2].

У зв'язку зі збільшенням кількості НС, на сьогодні набирає обертів проблема недостатньої кількості сил і засобів органів та підрозділів служби цивільного захисту для ліквідації наслідків НС. Тому, наразі,

гостро стоїть питання щодо попередження та надшвидкого реагування на передумови виникнення НС різного характеру, а в подальшому і отримання оперативної інформації під час ліквідації НС для прийняття ефективних управлінських рішень. Адже попередження виникнення НС, або, хоча б, якнайшвидше реагування на них дозволить мінімізувати наслідки від них, зменшити кількість залучених сил та засобів для їх ліквідації, а в результаті – зберегти життя та здоров'я громадян, захистити майно та зекономити державні кошти.

Україна знаходиться на тому етапі розвитку, коли перед теорією і практикою державного управління постають завдання модернізації органів та підрозділів ДСНС України та системи цивільного захисту в цілому [3]. Одним із шляхів модернізування служби цивільного захисту є впровадження сучасної техніки та засобів цивільного захисту – інформаційних технологій з попередження НС та інформаційного забезпечення для прийняття управлінських рішень. Щодо питання запобігання виникненню таких НС, як пожежі в житловому секторі, то пропонується впровадження заходів профілактики на базі техніки та засобів цивільного захисту – сучасних інформаційних систем. Реалізація цього завдання суттєво залежить від достовірності та оперативності інформації, що підлягає моніторингу, на основі якого приймаються управлінські рішення.

Однак, на сьогодні проблема автоматизації прогнозування передумов виникнення пожеж у житловому секторі залишається невирішеною через відсутність адаптованих методів у галузі прогнозування та спеціальних засобів збору первинної інформації, засобів обчислювальної техніки, що в реальному часі могли б забезпечити вирішення цього завдання [4].

Таким чином, перед нами ставилося важливе науково-технічне завдання – розроблення сучасних методів та технічних засобів з метою виконання завдання з прогнозування в реальному часі передумов виникнення пожеж у житловому секторі.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Науково-технічний прогрес все більше привертає увагу до модернізації та вивчення питання проектування новітніх засобів цивільного захисту таких, як автоматичні й автоматизовані системи, створення різних систем моніторингу та управління. Автором роботи [3] проведено аналіз сучасного стану модернізації системи цивільного захисту України та розкрито шляхи і завдання її подальшого розвитку. В дослідженні [5] запропонована автоматична система моніторингу електроспоживання. Однак, детальний аналіз вищезазначених досліджень показав, що вони не відповідають вимогам щодо використання у сфері цивільного захисту та пожежної безпеки, так як не враховують всі параметри електричних мереж та їхні зміни, що можуть стати причинами виникнення пожеж.

У науковому дослідженні [6] запропоновано рішення для проектування систем моніторингу пожежної безпеки із застосуванням бездротових датчиків та передаванні даних контрольованих параметрів пожежі в режимі on-line. Проте, ця система фіксує лише виникнення пожеж, а не їхнє попередження. Застосування автоматизованих систем перетворення інформації для моніторингу стану пожежної безпеки та використання системи залишкових класів у випадку недостатньої інформативності було розглянуто в роботі [7]. В роботі [8] було продовжено вивчення можливості застосування системи залишкових класів з урахуванням рішення задачі прогнозування пожеж. Однак, в роботах [7, 8] не проведено синтез та аналіз кодованих систем числення, що могли б мати застосування в реалізації системи залишкових класів.

Забезпечення ефективного, точного, якісного й своєчасного прогнозу не можливе без високонадійних швидкодіючих засобів обчислювальної техніки. В роботі [9] запропоновано один із варіантів надійного передавання даних у реальному часі на основі алгоритму маршрутизації віртуальних координат. Але відсутні дані щодо можливості застосування результатів

дослідження в системах прогнозування пожеж.

Детальне вивчення вищезазначених наукових робіт показало, що існуючі методи та технічні засоби моніторингу НС не дають змоги виявити саме передумови виникнення пожеж у житловому секторі. Дана ситуація дозволяє стверджувати, що наукове дослідження щодо розробки засобів цивільного захисту, а саме комп'ютеризованої системи прогнозування пожеж у житловому секторі на основі показників електромережі є доцільним.

#### **Формулювання цілей статті.**

Метою даного дослідження є розроблення методів та технічних засобів багаторівневого комп'ютеризованого моніторингу стану пожежної безпеки в житловому секторі, що слугуватиме основою для створення засобів цивільного захисту – інформаційних систем з попередження виникнення пожеж та передачі оперативної інформації для прийняття управлінських рішень.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішити такі задачі:

- розробити методи моделювання передпожежного стану електричних мереж в житлових приміщеннях;
- визначити системи числення, що дозволять розробити апаратні засоби прогнозування пожеж у житловому секторі;
- синтезувати математичні моделі дискретних пристроїв та функціональні схеми для апаратної реалізації задачі прогнозування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Активна інформатизація всіх сфер життєдіяльності людини вимагає прийняття та впровадження оперативних і високоефективних рішень на всіх рівнях державного управління в ЄДСЦЗ. Якісний рівень прийнятих рішень залежить від

достовірності та змістовності інформації, що підлягає аналізу, її підготовки та узагальнення, а також подання її у відповідній формі. Все це свідчить про безумовну актуальність розробки систем збору, передачі, опрацювання, візуалізації та документування статистичної інформації. А, в свою чергу, правильно опрацьовану аналітичну інформацію можна використовувати для оцінки, моделінгу та завчасного прогнозування виникнення пожеж у житловому секторі [10].

Теоретично доведено, що одним із ефективних підходів до вдосконалення пожежної безпеки житлового сектора є застосування техніки та засобів цивільного захисту з моніторингу по багаторівневому перетворенню інформації [7]. Запропонована технологія дозволяє виконувати надскладні завдання з отримання інтегральних даних зі стану об'єктів моніторингу пожежної безпеки як послідовність, що містить скоординовані між собою складові, які адаптовано до змін сторонніх впливів. Такі наукові дослідження, як [8, 11], доводять ефективність методу групового урахування аргументів для використання в сфері завчасного прогнозування пожеж у житловому секторі та визначають споживання електроенергії як показника дистанційного прогнозування.

В продовження дослідження даного питання нами здійснений експеримент, результати якого представлені на рис. 1, що дозволяє зробити висновок про те, що вхідний масив даних для прогнозування передпожежного стану житлового сектора містить достатній перелік елементів. На основі цих даних можна синтезувати адекватні прогнозні моделі за багаторядним алгоритмом методу групового урахування аргументів.

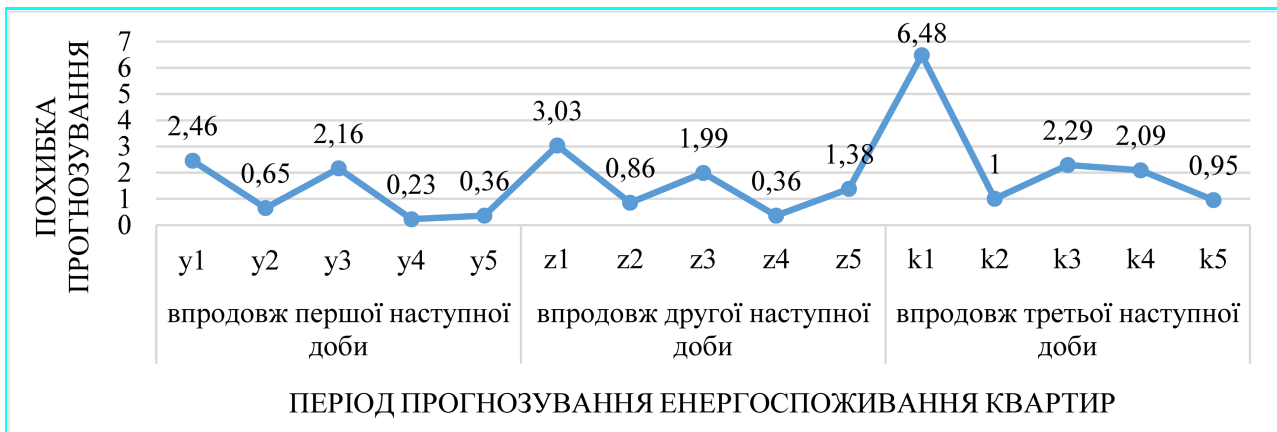


Рисунок 1 – Результати прогнозування енергоспоживання квартир

Особливо слід відмітити ту обставину, що зі зростанням прогнозного періоду збільшується середнє значення похибки прогнозування. Якщо тривалість прогнозного періоду 3 кроки, то похибка

прогнозування зростає на 1,4 %, водночас вона залишається прийнятною.

Модель прогнозу передумов виникнення пожежі в квартирі – це поліном Колмогорова-Габора:

$$y = w_0 + \sum_{i=1}^m w_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m w_{ijk} x_i x_j x_k + \dots, \quad (1)$$

де  $x = \{x_i | i = 1, \dots, m\}$  – множина вільних змінних;  $w$  – вектор параметрів вагових коефіцієнтів

$w = \langle w_i, w_{ij}, w_{ijk}, \dots | i, j, k, \dots = 1, \dots, m \rangle$ ;  $x$  – вільна змінна. Базова модель лінійна відносно параметрів  $w$  та нелінійна відносно вільних змінних  $x$ .

На базі методу групового урахування аргументів було отримано модель прогнозу квартири, що є складним поліномом. Житловий сектор моніторингу – це множина споживачів електроенергії, тому на кожен квартиру (житловий будинок) необхідно отримати таку модель. Окрім цього, згенеровані моделі з часом «старіють», тому потрібно їх періодично перераховувати. Для одержання даних зі стану електромережі в житлових приміщеннях необхідні великі працезатрати, час та високотехнологічні засоби обчислювальної техніки. Всі ці вимоги на сьогодні майже унеможливають проведення постійного аналізу стану електромереж житлового сектору. Це стало

підґрунтям для проведення подальших досліджень.

В науковій роботі [4] розроблено структурну схему комп'ютеризованої системи, що демонструє реалізацію методу прогнозування передпожежного стану у житловому секторі.

Для реалізації даної комп'ютеризованої системи прогнозування передумов виникнення пожеж у житловому секторі нами запропонована алгоритмічна концепція побудови програмно-апаратних засобів прогнозування пожеж у житловому секторі, представлена на рис. 2.

В наукових дослідженнях [7, 8] було підтверджено зможу використання системи залишкових класів для забезпечення оперативності розрахунку моделей квартир, а також доведено правильність вибору системи числення, що найефективніше виконує операції множення, додавання та віднімання. В системі залишкових класів всі числа є своїми залишками від ділення на обрану систему основ. Результатом розрахунків поліномів кожної окремої

житлової оселі буде модель в табличній формі.

Після ряду досліджень нами було обрано позиційну двійково-четвіркову систему числення з постійною кількістю одиниць [4].

В двійково-четвірковій системі числення з постійною кількістю одиниць будь-яке ціле число  $X$  відображене  $2r$  кодом у вигляді:

$$X = \pm \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{r-1} x_{i+j} i r^i, \quad x \in [0; r-1], \quad (2)$$

де  $r$  – основа системи числення;  $x$  – значення цифри;  $i$  – вага розряду групи;  $j$  – номер групи;  $n$  – кількість груп розрядів у коді.

Контроль помилок в такій системі числення буде здійснюватися:

$$\bar{F} = F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_k \cup \dots \cup F_n, \quad k \in [1, n], \quad (3)$$

де  $F_k = A_{4n} \bar{A}_{4n-1} \bar{A}_{4n-2} \bar{A}_{4n-3} \cup \bar{A}_{4n} A_{4n-1} \bar{A}_{4n-2} \bar{A}_{4n-3} \cup \bar{A}_{4n} \bar{A}_{4n-1} A_{4n-2} \bar{A}_{4n-3} \cup \bar{A}_{4n} \bar{A}_{4n-1} \bar{A}_{4n-2} A_{4n-3}$ .

В роботі [4] представлено результати дослідження щодо виявлення та пропускання помилок залежно від розрядності інформації у двійково-четвірковій системі числення з постійною кількістю одиниць. Згідно цих результатів, така система числення гарантує виявлення всіх помилок непарної кратності при значній простоті пристрою контролю інформації, тому ця система числення є перспективною для використання в спеціалізованих системах засобів цивільного захисту з прогнозування передпожежного стану в житловому секторі та системах управління пожежною безпекою.

Оскільки на сьогодні відсутні схемотехнічні рішення, що могли б поєднати особливості обох систем: системи залишкових класів та двійково-четвіркової системи числення з постійною кількістю одиниць, необхідно синтезувати арифметичні пристрої.

Нами було розроблено математичну модель суматора для двійково-четвіркової системи числення з постійною кількістю одиниць, в якій використовуються інверсні розряди. Така модель суматора, функціональна схема якого зображена на рис. 3, формує сигнал переносу в парафазному коді, повністю контролює правильність виконання всіх операцій разом з переносом.

Суматор має входи  $A_{4n} - A_{4n-3}$  першого операнду, входи  $B_{4n} - B_{4n-3}$  другого операнду, першу та другу групи елементів  $I$ ,

першу та другу групи елементів  $ABO$ , входи  $P_{4n}$  та  $\bar{P}_{4n}$  сигналу переносу з попередньої групи розрядів суматора в парафазному коді, виходи  $S_{4n} - S_{4n-3}$  результату додавання та виходи  $P_{4n+1}$  і  $\bar{P}_{4n+1}$  сигналу переносу суматора в парафазному коді.

Необхідно зауважити, що використання перемикачів забезпечує практичну реалізацію суматора без використання інверторів, що спростить пристрій і, як наслідок, збільшить його надійність.

#### Висновки.

1. В цьому дослідженні вперше розв'язано важливе науково-технічне завдання розроблення сучасних методів та технічних засобів з метою виконання завдання з прогнозування пожеж у житловому секторі за рахунок адаптації методів прогнозування до предметної області. Отримані результати дозволяють забезпечити точність прогнозування впродовж трьох діб з середньою похибкою від 1,2 до 2,6 %.

2. Вперше запропоновано концепцію розроблення спеціалізованих програмно-апаратних засобів для прогнозування передумов виникнення пожеж у житловому секторі.

3. Набули подальшого розвитку методи синтезу системи числення на основі системи залишкових класів шляхом використання позиційних надлишкових систем числення. Це дозволило зменшити

час прогнозування та збільшити достовірність виявлення передпожежного стану в житловому секторі.

4. Розроблено суматор, що забезпечує виконання додавання чотирьох розрядів

числа в двійково-четвірковій системі числення з постійною кількістю одиниць на 20 % швидше, оскільки в ньому відсутні інвертори в другій групі елементів І.

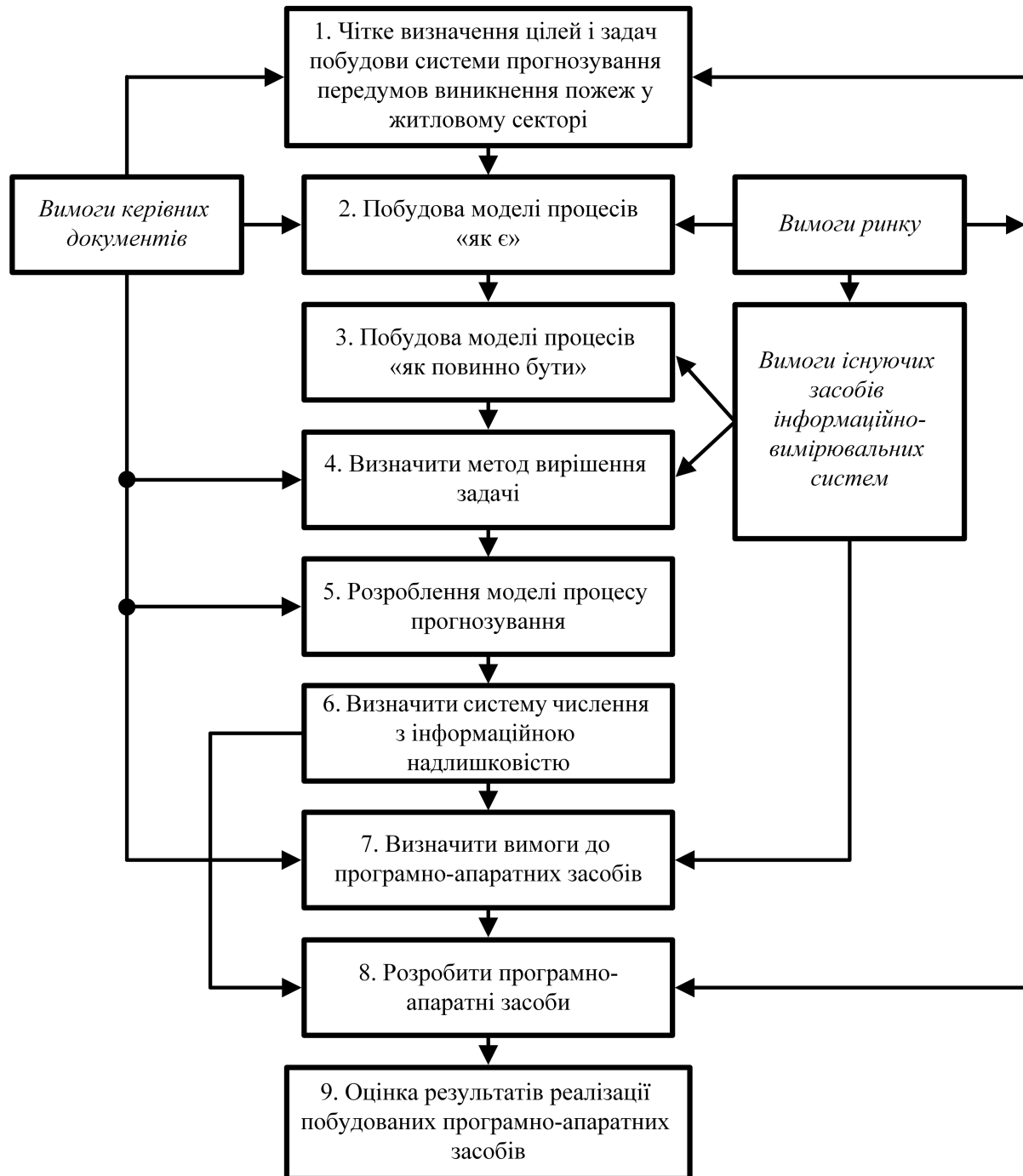


Рисунок 2 – Алгоритмічна концепція побудови програмно-апаратних засобів прогнозування пожеж у житловому секторі

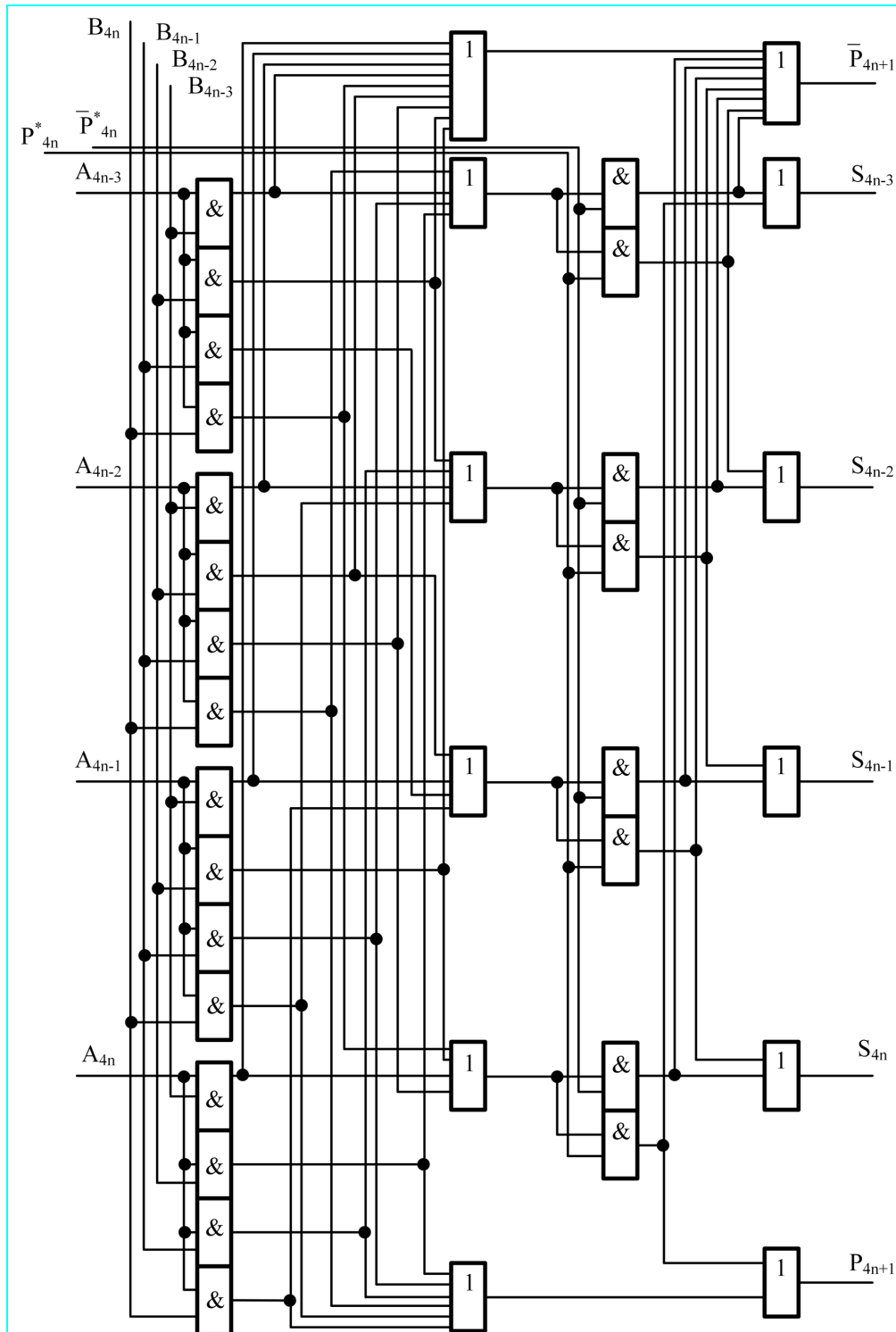


Рисунок 3 – Функціональна схема суматора двійково-четвіркової системи числення з постійною кількістю одиниць з обробленням сигналів переносу в парафазному коді

**Перспективи подальших досліджень.** В подальшому ми плануємо синтезувати моделі та функціональні схеми пристроїв для операцій додавання, віднімання та множення за заданими основами. Це забезпечить реалізацію

моделей методу групового урахування аргументів на апаратному рівні з високою швидкістю та достовірністю, що базуються на використанні системи залишкових класів та двійково-четвіркової системи числення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інформаційно-аналітична довідка про виникнення НС в Україні упродовж 2019 року. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/103179.html> (дата звернення: 01.02.2020).

2. Барило О. Г., Потеряйко С. П., Тищенко В. О. Інформаційне забезпечення органів державного управління у надзвичайних ситуаціях. *Науковий вісник Академії муніципального управління. Серія: Управління*. 2013. Вип. 4. С. 77–84.

3. Любінський А. Сучасний стан та перспективи модернізації системи цивільного захисту України. *Збірник наукових праць «Ефективність державного управління»*. 2015. Вип. 43. С. 104–109.

4. Мельник Р. П., Мельник О. Г. Розроблення комп'ютеризованої системи прогнозування пожеж у житловому секторі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»*. 2019. Вип. 1. С. 5–10.

5. Alahmad, M., Nader, W., Neal, J., et al. (2010). Real time power monitoring & integration with BIM. *IECON 2010 – 36th annual conference on IEEE industrial electronics society*, 7-10 Nov., 2454–2458. Doi: 10.1109/IECON.2010.5675385.

6. Vidyashree, P., Pushpalatha, S. (2017). The design and implementation of building fire monitoring system using zigbee-wifi gateway. *International Research Journal of*

*Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 4, Issue 7, 3030–3032.

7. Дендаренко В. Ю., Мельник О. Г., Чепурний Г. П. Побудова інформаційної системи моніторингу пожежної безпеки. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2014. Вип. 3 (40). С. 167–170.

8. Мельник О. Г. Формування вимог до векторної основи системи залишкових класів з урахуванням рішення задачі прогнозування пожеж у житловому секторі. *Системи озброєння і військова техніка*. 2015. № 1 (41). С. 165–167.

9. Venkatesh, Sengar, C., Venugopal, K., Iyengar, S., Patnaik, L. (2018). RRDVCR: Real-Time Reliable Data Delivery Based on Virtual Coordinating Routing for Wireless Sensor Networks. *Journal of Computer Science*, 14 (1), 37–52. Doi: 10.3844/jcssp.2018.37.52.

10. Мельник О. Г., Мельник Р. П. Оцінка оперативності прогнозування пожеж у житловому секторі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»*. 2017. Вип. 4. С. 27–31.

11. Мельник О. Г., Мельник Р. П. Застосування методу групового урахування аргументів до прогнозування пожеж у житловому секторі. *Надзвичайні ситуації: безпека та захист: мат-ли VII всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю*. Черкаси, 2017. С. 7–8.

REFERENCES

1. Informatsiino-analitychna dovidka pro vynyknennia NS v Ukraini uprodovzh 2019 roku. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/103179.html>.

2. Barylo, O., Poteriaiko, S., Tyshchenko, V. (2013). Information support for public administration in emergency situations. *Naukovyi visnyk Akademii munitsypalnoho upravlinnia. Serii: Upravlinnia, Vyp. 4*, 77–84.

3. Liubinskyi, A. (2015). Current status and prospects of modernization of the civil protection system of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvnist derzhavnoho upravlinnia»*, Vyp. 43, 104–109.

4. Melnyk, R., Melnyk, O. (2019) Development of a computerized system for predicting fire in the residential sector. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Serii «Tekhnichni nauky»*, Vyp. 1, 5–10.

5. Alahmad, M., Nader, W., Neal, J., et al. (2010). Real time power monitoring & integration with BIM. *IECON 2010 – 36th annual conference on IEEE industrial electronics society*, 7-10 Nov., 2454–2458. doi: 10.1109/IECON.2010.5675385.



6. Vidyashree, P., Pushpalatha, S. (2017). The design and implementation of building fire monitoring system using zigbee-wifi gateway. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 4, Issue 7, 3030–3032.

7. Dendarenko, V., Melnyk, O., Chepurnyi, G. (2014). Pobudova informatsiinoi systemy monitorynhu pozhezhnoi bezpeky. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl*, № 3 (40), 167–170.

8. Melnyk, O. (2015). Formuvannya vymog do vektornoï osnovy systemy zalyshkovykh klasiv z uraxuvannyam rishennya zadachi prognozuvannya pozhezh u zhytlovomu sektori. *Systemy ozbroynennya i vijskova texnika*, № 1 (41), 165–167.

9. Venkatesh, Sengar, C., Venugopal, K., Iyengar, S., Patnaik, L. (2018). RRDVCR: Real-Time Reliable Data Delivery Based on Virtual Coordinating Routing for Wireless Sensor Networks. *Journal of Computer Science*, 14 (1), 37–52. doi: 10.3844/jcssp.2018.37.52

10. Melnyk, O., Melnyk, R. (2017). Ocinka operatyvnosti prognozuvannya pozhezh u zhytlovomu sektori. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnoho tehnolohichnogo universytetu. Seriya «Technichni nauky»*, № 4, 27–31.

11. Melnyk, O., Melnyk, R. (2017). Zastosuvannya metodu grupovogo uraxuvannya argumentiv do prognozuvannya pozhezh u zhytlovomu sektori. *Nadzvychni sytuatsii: bezpeka ta zakhyst: mat-ly VII vseukr. nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastyu. Cherkasy*, 7–8.

О. Г. Мельник, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., Р. П. Мельник, канд. техн. наук, доцент,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛИЩНОГО СЕКТОРА

Исследование посвящено разработке современных методов и технических средств с целью выполнения задачи по прогнозированию в реальном времени предпосылок возникновения пожаров в жилом секторе. Это стало основой для создания средств гражданской защиты - информационных систем по предупреждению возникновения пожаров и передачи оперативной информации для принятия управленческих решений.

Разработанная информационная система базируется на использовании метода группового учета аргументов за счет его адаптации к предметной области. Предложенная технология позволяет выполнять сложнейшие задачи по получению интегральных данных из состояния объектов мониторинга пожарной безопасности как последовательность, содержащая скоординированные между собой

составляющие, которые адаптированы к изменениям посторонних воздействий.

Для внедрения результатов исследования использована система остаточных классов, которая является наиболее эффективным методом повышения быстродействия и надежности работы специализированных средств вычислительной техники. Дальнейшие исследования были направлены на поиск системы счисления, которая обеспечит быструю реализацию системы остаточных классов. Предложено реализовать ее на основе позиционной избыточной системы счисления, что позволяет гарантированно находить ошибки. Ошибки прогнозирования могут привести к нерациональному использованию сил и средств органов и подразделений Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям и значительной потере средств.

Также получили дальнейшее развитие методы синтеза дискретных устройств на

*основе систем счисления с постоянным количеством единиц. Разработана математическая модель сумматора для двоично-четверичной системы счисления с постоянным количеством единиц, в которой используются инверсные разряды. Такая модель сумматора формирует сигнал переноса в парафазном коде, полностью контролирует правильность выполнения всех операций вместе с переносом.*

*Полученные результаты позволяют обеспечить точность прогнозирования в течение трех суток со средней погрешностью от 1,2 до 2,6%.*

**Ключевые слова:** *гражданская защита, прогнозирование пожаров, жилой сектор, информационная система, алгоритмическая концепция, метод группового учета аргументов, система остаточных классов, система счисления.*

*O. Melnyk, PhD, Senior Researcher, R. Melnyk, PhD, Docent,  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of  
National University of Civil Defence of Ukraine*

### **DEVELOPMENT OF TECHNICAL MEANS OF CIVIL PROTECTION FOR THE MANAGEMENT AND PROVISION OF FIRE SAFETY OF THE HOUSING SECTOR**

*The study focuses on the development of modern methods and techniques to accomplish the real-time prediction of fires in the residential sector. It became the basis for the creation of civil protection means - information systems for fire prevention and the transmission of operational information for decision-making.*

*The developed information system is based on the method of group accounting of arguments due to its adaptation to the domain. The proposed technology makes it possible to perform the complex tasks of obtaining integral data from the state of fire safety monitoring facilities as a sequence containing coordinated components that are adapted to changes in third-party influences.*

*To implement the results of the study, we used a system of residual classes, which is the most effective method of improving the speed and reliability of the work of specialized tools of computer technology. Further studies were aimed at finding a system of calculus that would ensure the rapid implementation of a system of residual classes. It is proposed to*

*implement it on the basis of positional redundant number system, which allows to guarantee errors. Forecasting errors can lead to irrational use of forces and resources of bodies and departments of the State Emergency Service of Ukraine and significant loss of funds.*

*Methods for the synthesis of discrete devices based on numerical systems with a constant number of units have also been further developed. A mathematical model of the adder for a two-quadruple number system with a constant number of units using inverse digits is developed. This adder model generates a transfer signal in the phase code, completely controlling the correctness of all operations together with the transfer.*

*The results obtained allow us to provide accurate forecasting for three days with an average error of 1.2 to 2.6%.*

**Keywords:** *civil defense, fire prediction, residential sector, information system, algorithmic concept, group argument method, residual class system, number system.*