

УДК 004.031.42

DOI: 10.20998/2411-0558.2024.01.08

М. А. МІРОШНИК, д-р техн. наук, проф., професор ЗВО кафедри теоретичної та прикладної системотехніки Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,

Я. Ю. КОРОЛЬОВА, канд. техн. наук, доцент кафедри мультимедійних та інтернет технологій і системи, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",

С. Д. ДЕМЕНКОВА, старший викладач автоматизації хіміко-технологічних систем та екологічного моніторингу, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",

А. В. ШАФРАНСКИЙ, асп. Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

МОДЕЛІ ДІАГНОСТУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНОМУ РІВНІ

Розроблено методи діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. Розроблено методи та процедури синтезу одновимірних і двовимірних мереж з розподіленим управлінням конфігурацією. Проведено аналіз існуючих методів діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. Створено моделі діагностування для інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. За результатами діагностичних експериментів зроблено висновок про тестопридатність розглянутих у роботі мереж. Іл.: 4. Бібліогр.: 7 назв.

Ключові слова: інтерактивна комп'ютерна мережа, структурно-логічний рівень, моделі діагностування, діагностичний експеримент, система управління.

Аналіз моделей діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж.

У статті розглядається існуючі методи та моделі діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. розгляд яких було розпочато у [1] та їх застосування для управління об'єктами критичного застосування [2], де розглянуто надійне функціонування критичних технічних систем. Відмови в таких системах

можуть призвести до значних економічних втрат, фізичних ушкоджень або загрози людському життю. Найбільш серйозні наслідки відмов у критичних системах спричиняються збоями в системах управління. Вимоги до систем управління в критичних середовищах щодо забезпечення безпеки стають дедалі суворішими. З розвитком комп'ютерних технологій дедалі більше відповідальних функцій передається від людини до обчислювальних пристроїв. У таких умовах проблема підвищення безпеки систем управління набуває особливої важливості.

В [3] розглянуті питання забезпечення живучості комп'ютерних систем критичного застосування. За міжнародними стандартами, живучість визначається як здатність комп'ютерної системи виконувати функції, визначені специфікацією, при змінненні нормальних зовнішніх умов на більш жорсткі, а також у присутності елементів і складових частин, що перебувають у стані відмови, не допускаючи переходу цих відмов у критичні, поки не досягнуто граничного стану. Живучість характеризується здатністю системи зберігати і відновлювати свою здатність до виконання основних функцій у передбаченому обсязі та протягом заданого терміну експлуатації, навіть при можливих змінах структури системи, алгоритмів або умов її функціонування через непередбачені несприятливі впливи.

В [4] розглянуті різні аспекти функціонування гарантоздатних комп'ютерних систем (ГКС), що володіють повним або частковим набором первинних властивостей (атрибутів), що становлять гарантоспроможність. ГКС - це відмовостійка, високонадійна, безпечна і живуча система з гарантовано достовірними обчисленнями. Для сервіс-орієнтованих КС можна сформулювати гарантоспроможність як здатність КС надавати необхідні послуги, яким можна виправдано довіряти.

У дослідженні [5] розглядаються актуальні питання аналізу нещасних випадків і аварій та шляхи забезпечення надійного й економічного функціонування системи газопостачання в сучасних умовах. Визначено інноваційні методи підвищення безпеки та ефективності роботи газорозподільних пунктів, а також розглянуто новітні технології та схеми, що відповідають вимогам європейських стандартів. Проведено

аналіз аварійних ризиків та шляхів підвищення надійності газових мереж через впровадження сучасних технологій будівництва та реконструкції. Представлено сучасні підходи до підвищення рівня надійності внутрішньо будинкових систем газопостачання шляхом впровадження інноваційних схем, технологій та обладнання.

Методи проектування реконфігурованих ІКМ на програмованих функціональних модулях.

Структури прямокутних ІКМ з різною топологією сполук та структура новимірної ІКМ без виходів, що спостерігаються наведено у [1].

Та також там наведено аналіз структурної організації інтерактивних комп'ютерних мереж (ІКМ) показує, що розмірність клітинних функціональних модулів (ФМ) може значно варіюватися залежно від оброблюваних інформаційних потоків, типу завдань і обчислювальних алгоритмів. Такі мережі часто належать до класу гібридних ІКМ, де кожен ФМ застосовує різні механізми перетворення інформаційного потоку вихідних даних.

На рисунку 1 представлено найбільш поширену структуру ІКМ з централізованим управлінням процесом обробки даних і мережею, що реконфігурується. У цій моделі ІКМ з'єднані в одновимірну мережу з односпрямованими зв'язками між модулями.

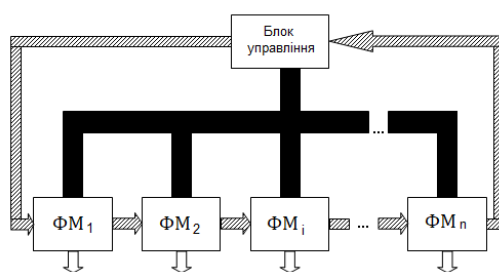


Рис. 1. Структура ІКМ, що реконфігурується

Запропоновані методи та процедури реконфігурації функціональних модулів (ФМ) в інтерактивних комп'ютерних мережах (ІКМ) розглянуті з урахуванням збереження загальних принципів реалізації, навіть за наявності одного несправного модуля в мережі. Цей підхід може бути

застосований до процесорних мереж різної розмірності та призначення, де несправний ФМ виявляється за допомогою зовнішніх або вбудованих засобів діагностики. [6, 7].

Метод використання шунтуючих комутаційних мереж був запропонований раніше в [1]. Шунтуючі комутаційні мережі мережі реконфігуруються. Прості комутаційні комірки мають два типи з'єднань, кожен з яких містить два входи та два виходи. Оскільки шунтуюча комутаційна мережа є частиною ядра системи, вона повинна бути стійкою до відмов. Працездатність шунтуючої мережі можна відновити при виникненні несправностей, які можуть бути виявлені за допомогою самоперевіряючих схем контролю. Використання надмірної комутаційної мережі, дозволяє відновити працездатність у разі несправних комутаційних комірок.

У мережах з розподіленим керуванням реконфігурацією комутаційні модулі, що шунтують, замінюються системою внутрішньої комутації вход-вихідних шин, вбудованою в кожен функціональний модуль (ФМ) мережі. ФМ має дві множини входів і дві множини виходів та може мати чотири шляхи передачі даних, кожен з яких активується залежно від використаних входів (рис. 2).

Існує кілька альтернативних методів структурної організації розподіленої мережі, які різняться рівнем апаратної надмірності, введеної для забезпечення необхідного рівня стійкості до відмов інтегрованих комунікаційних модулів.

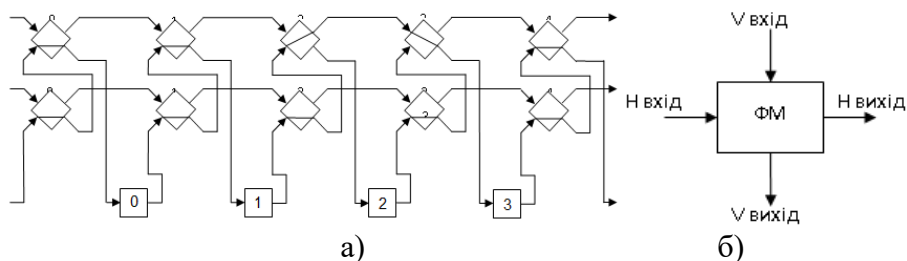


Рис. 2. Мережа з розподіленим керуванням реконфігурацією

ФМ з двома входними та вихідними шинами можуть бути організовані у вигляді двовимірної мережі, як показано на рисунку (а). У мережах з обмеженою системою передачі та комутації даних між ФМ

(зліва-направо, зверху-вниз та навпаки) задача вибору оптимального маршруту обробки даних та розподіленого керування реконфігурацією може бути вирішена відносно просто. При відмові однієї з ФМ, мережа реконфігурується шляхом заміни несправного ФМ резервним модулем (рис. 3).

Для відновлення працездатності двовимірної мережі необхідно вирішити два основні завдання: перш за все, для визначеної розмірності мережі та кількості резервних ФМ потрібно розробити конфігурацію мережі у випадку виявлення несправностей у ФМ з максимально можливою кратністю. Друге завдання полягає в синтезі початкової конфігурації мережі з функціонуючих та резервних модулів з метою забезпечення визначеного рівня стійкості до відмов. Проте на сьогодні ще не знайдено рішення для обох цих завдань..

У двовимірній мережі, зображеній на рисунку 3, з'єднання всередині рядків завжди відбуваються ліворуч, тоді як з'єднання всередині стовпців мають вигляд замкнутого кільця. Важливо відзначити, що в структурі, зображеній на рис. 3, кількість "n" повинна бути парною.

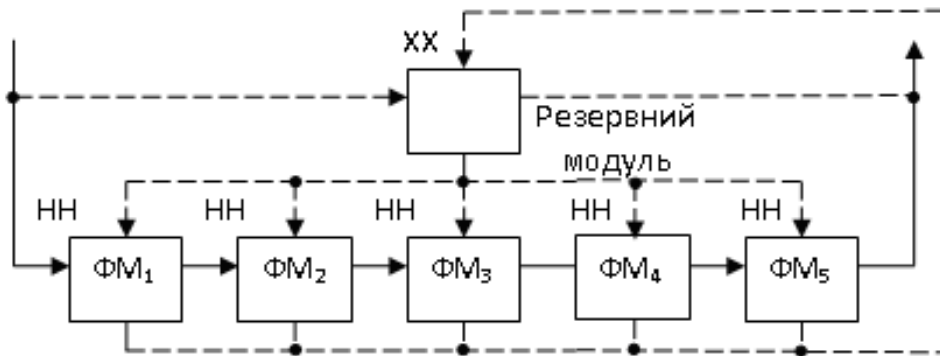


Рис. 3. Структура двовимірної мережі з розподіленим управлінням та одним резервним модулем

У мережі з прямокутною структурою розмірністю $m \cdot n$, число модулів у стані дорівнює добутку:

$$\frac{(m-c)}{(r-1)} \leq n_{HV} = n_{VH} \leq c$$

де m – кількість ФМ.

У робочій конфігурації мережі, шлях даних проходить через кілька ФМ у відповідному стовпці і потім переходить до наступного стовпця. Єдиним вузлом, який може бути впливати несправний ФМ, є вихідна шина. Цей вплив можна усунути за допомогою схеми вихідного селектора, як показано на рис. 4.

Основними недоліками такої структури мережі є складність процедури реконфігурації та те, що мережа з s резервними модулями буде стійка до несправностей, які мають кратність, меншу s .

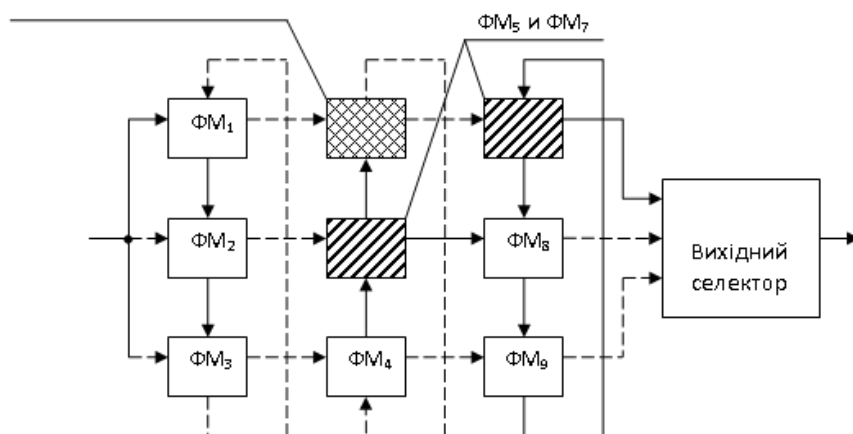


Рис. 4. Структура ІКМ з модулем вихідного селектора

Висновки.

Для визначення складності процесу діагностування дискретних пристроїв (ДП) з елементами пам'яті, був проведений аналіз методів, що базуються на функціональному підході та використанні автоматних моделей ДП.

Було розроблено метод і процедуру для створення одновимірних ІКМ, що мають резервні функціональні модулі. Цей метод базується на централізованому управлінні процесом переконфігурації мережі при виявленні несправності одного з модулів. Також використовується система шунтуючих комутаційних мереж. Проблема оптимального

розміщення резервних модулів у мережі була вирішена на основі критерію мінімізації кількості пересилань даних між модулями, що дозволяє зменшити час, необхідний для відновлення працездатності мережі, зберігаючи її продуктивність.

Було розроблено метод і процедуру для синтезу одно- та двовимірних ІКМ з розподіленим керуванням процесом реконфігурації, в яких функціональні модулі мають вбудовану систему внутрішньої комутації для взаємодії з вхідно-вихідними шинами. Були встановлені нижні та верхні межі довжини маршрутів у двовимірних ІКМ, які використовувалися для вибору оптимального варіанта реконфігурації під час заміни несправного функціонального модуля на резервний та відновлення працездатності ІКМ, що дозволяє уникнути потреби у вирішенні оптимізаційної задачі, що стосується вибору оптимального варіанта реконфігурації для обробки даних у ІКМ.

Список літературиЖ

1. Мірошник М. А. и др. Методи побудови тестів для інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Інформатика і моделювання. – 2023. – Т. 1. – №. 1-2 (9-10)). – С. 81-90.
2. Малиновський М.Л. Управління об'єктами критичного застосування на основі ПЛІС: монографія / М.Л. Малиновський. - Харків: Факт, 2008. – 224 с.
3. В. Г. Сербін, А.І. Сухомлин. Деякі аспекти живучості складних гарантоздатних комп'ютерних систем критичних умов застосування // Математичні машини і системи . 2011, № 4. С. 183-191.
4. А. В. Федухин, Б.Г. Мудла. Гарантоспособность компьютерных систем – мода или объективная необходимость // Математичні машини і системи . 2014, № 4. С. 179-188.
5. Сідак В. С. Сучасні та інноваційні технології в безпеці газопостачання: монографія / В.С. Сідак, В.М. Супонев, Ю.Ф. Броневський; за заг. ред. В.С. Сідака; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 433 с.
6. Miroshnyk, M.A. Design timed FSM with VHDL Moore pattern / Miroshnyk, M.A.; Shkil, O.S; Kulak, E.N.; Rakhlis, D.Y.; Miroshnyk, A.M.; Malahov, N.V. //Journal Radio electronics computer science control, ISSN 1607-3274 eISSN 2313-688X, 2020, Issue 2, P. 137-148.
7. Мірошник М. А. и др. Асерційна верифікація моделей пристроїв реального часу з недетермінованими зовнішніми подіями // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2024. – Т. 29. – №. 1. – С. 37-44.

References:

1. Miroshnyk M.A. and others. (2023). *Methods of building tests for interactive computer networks at the structural and logical level. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Informatics and modeling.* – – Vol. 1. – №. 1-2 (9-10)). – pp. 81-90.
2. Malinovsky M.L. *Management of objects of critical application based on FPGA: monograph.* – Kharkiv: Fact, 2008. – 224 p.
3. Serbin V.G., Sukhomlin A.I. (2011). *Some aspects of survivability of complex warranty-*

capable computer systems of critical application conditions. Mathematical machines and systems. № 4. pp. 183-191.

4. Fedukhin A.V., Mudla B.G. (2014). *The warranty of computer systems is a fashion or an objective necessity. Mathematical machines and systems.* № 4. pp. 179-188.

5. Sidak V.S. (2015). *Modern and innovative technologies in the safety of gas supply: monograph; Kharkiv. national city university farm named after O. M. Beketova. Kharkiv. XNUMG named after O. M. Beketova.* – 433 p.

6. Miroshnyk, M.A. (2020). *Design timed FSM with VHDL Moore pattern.* Journal Radio electronics computer science control, ISSN 1607-3274 eISSN 2313-688X, , Issue 2, pp. 137-148.

7. Miroshnyk M.A. and others. *Assertive verification of real-time device models with non-deterministic external events. Information and control systems in railway transport.* 2024. Vol. 29. – №. 1. – pp. 37-44.

Надійшла 07.04.2024 р.

Представив д-р техн. наук, проф., професор кафедри автоматизації проектування обчислювальної техніки Харківський Національний Університет Радіоелектроніки Кривуля Генадій Федорович.

Miroshnyk Maryna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of theoretical and applied systems engineering department, V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022 e-mail: m.miroshnyk@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-2231-2529>

Koroleva Yana, Ph.D., associate professor of the Department of Multimedia and internet technologies and systems, National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute». 2, Курпучова str., 61002, Kharkiv, Ukraine
Tel.: (050) 576-36-19. E-mail: Yanakoroleva815@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7203-5603>.

Demenkova Svitlana, associate professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, State Biotechnology University, str. Alchevsky 44, Kharkiv, Ukraine, 61002. e-mail: yayaska@btu.kharkiv.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3168-5351>

Shafranskyi Andrei, graduate student of the Department of theoretical and applied systems engineering, Kharkiv National University named after V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022
e-mail: shafranskyi.andrei@student.karazin.ua
<https://orcid.org/0009-0004-7725-3556>

УДК 004.031.42

Моделі діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні / М.А. Мірошник, Я.Ю. Корольова, С.Д. Деменкова, А.В. Шафранський // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2024. – № 1 – 2 (11 – 12). – С. 96 – 104.

Розроблено методи діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. Розроблено методи та процедури синтезу одновимірних і двовимірних мереж з розподіленим управлінням конфігурацією. Проведено аналіз існуючих методів діагностування інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. Створено моделі діагностування для інтерактивних комп'ютерних мереж на структурно-логічному рівні. За результатами діагностичних експериментів зроблено висновок про тестопридатність розглянутих у роботі мереж. Іл.: 4. Бібліогр.: 7 назв.

Ключові слова: інтерактивна комп'ютерна мережа, структурно-логічний рівень, моделі діагностування, діагностичний експеримент, система управління.

UDC 004.031.42

Models for diagnosing interactive computer networks at the structural and logical level / M.A. Miroshnyk, Y.Yu. Koroleva, S.D. Demenkova, A.V. Shafran'skiy // Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling". – Kharkov: NTU "KhPI". – 2024. – № 1 – 2 (11 – 12). – P. 96 – 104.

Methods of diagnosing interactive computer networks at the structural and logical level are developed. Methods and procedures for synthesizing one-dimensional and two-dimensional networks with distributed configuration control are developed. The existing methods of diagnosing interactive computer networks at the structural and logical level have been analyzed. Diagnostics models for interactive computer networks at the structural and logical level have been created. According to the results of diagnostic experiments the conclusion about testability of the networks considered in the paper is made. 4 figures, 7 bibliographic sources. Figs.: 4. Refs.: 14 titles.

Keywords: interactive computer network, structural and logical level, diagnostic models, diagnostic experiment, control system.