

ЕЛЕМЕНТИ КОНЦЕПЦІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІЙ НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО КЕРУВАННЯ НА БАЗІ АВТОМАТА ПАРАЛЕЛЬНОЇ ДІЇ ІЗ КАСКАДУВАННЯМ

Бовчалюк С. Я.¹, Тимчук С. О.¹, Фурман І. О., Малиновський М. Л.²

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

²Публічна компанія Thales group (Франція)

У роботі викладено результати дослідження можливості реалізації функцій логічного керування в нечіткій формі на базі автомата паралельної дії із каскадуванням, у рамках інформаційної технології паралельного логічного керування об'єктами критичного застосування, у тому числі в енергетиці.

Постановка проблеми. На сучасному етапі існування електричних мереж України постають питання шляхів їх подальшого розвитку і модернізації. Це обумовлено, як крайнім зносом технічного обладнання, так і необхідністю інтеграції електричних мереж до структур енергопостачання економічно і енергетично розвинених держав, у першу чергу Євросоюзу. При цьому слід враховувати, що енергетичне господарство цих країн знаходиться на значно вищому рівні технологічного оснащення, а також суттєво кращому рівні культури його обслуговування і, що також дуже важливо, значно вищому рівні культури економічних розрахунків.

У дослідженнях попередніх років, наприклад [1, 2], було вказано, що більше половини електричних мереж мають знос до 100%, мають недосконалий моніторинг технічного і прогнозного їх стану; якісною електроенергією забезпечено близько 65% користувачів; тривалість відключень сягає 100 годин і більше (що на порядок вище, ніж у розвинених країнах); втрати при передачі електроенергії неприпустимо великі і сягають 15-20% (в середньому по країні за 2015 рік більше 12%, а за 2016 рік – 11,7%). За час, що минув із моменту публікації дослідження ситуація не тільки не покращилась, а подекуди стала навіть ще більш загрозливою.

Таким чином питання визначення розвитку технічних систем електричних мереж України не тільки не втратили своєї актуальності, а і стали ще більш нагальними.

Аналіз стану питання. Останні декілька років характеризуються, як суттєвим зростанням енергоспоживання, так і певними змінами у джерелах генерування електричної енергії. Енергосистема України абсолютно не готова до таких змін оскільки фактично являє собою класичну ієрархічну структуру (рис. 1) з ustalеними параметрами, що можуть змінюватись лише у певних межах [3]. Така структура передбачає значні базові потужності генерації із балансовими потужностями, що мають компенсувати пікові навантаження. Але така структура є достатньо застарілою і без значної модернізації не може відповідати сучасним викликам, основними із яких є необхідність інтеграції безперервно зростаючої кількості малопотужних джерел енергії: вітроелектростанцій, сонячних станцій, елементів Vehicle-to-Grid (V2G), тощо.

На даному етапі загальна кількість цих джерел є ще незначною, але вона стрімко зростає. В [2] показа-

но, що для цих джерел енергії характерними є: переважно невелика генерована потужність, її нестабільність (добова, погодна, тощо), розосередженість за електричними мережами і ще значна кількість характеристик, які не дозволяють достатньо просто інтегрувати такі джерела до існуючих мереж, без внесення певних значних змін до організації та обслуговування енергетичного господарства. Також вказано, що загальним напрямком руху енергетично розвинених країн є такий, що відповідає вимогам забезпечення сталого розвитку при забезпеченні трьох складових: енергозабезпечення (безперебійному постачанні електричної енергії відповідної якості), енергодоступності (енергоощадності та доступності ціни на електроенергію), енергоприйнятності (мінімальному впливі на навколишнє середовище).

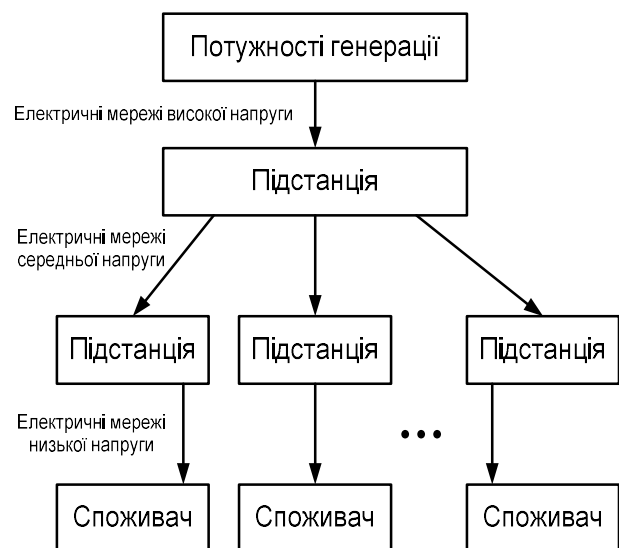


Рисунок 1 – Спрощена узагальнена структура електричної мережі

Така концепція отримала загальноновизнаний і загальноприйнятий термін Smart Grid (інтелектуальні мережі) – це електричні мережі, що задовольняють майбутнім вимогам, щодо енергоефективності та економічності функціонування енергосистеми за рахунок скоординованого функціонування і за допомогою сучасних двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, акумулюю-

чими джерелами та споживачами. [4, 5]. Лідерами у розробці та впровадженні концепції Smart Grid залишаються: США – The Energy Independence and Security Act of 2007; країни ЄС – Smart Grid Technology Roadmap Report Development; Південна Корея – Smart Country Strategy Development

Для побудови систем керування об'єктами критичного застосування, до яких можна без перебільшення віднести і енергетику, можна застосовувати різні підходи, що дозволяють збільшити надійність функціонування обладнання, підвищити достовірність і швидкість обробки інформації, сформувати оптимальних підхід до побудови структури системи. Прикладами таких робіт є [6, 7].

У роботах [8, 9, 10, 11] показані значні переваги застосування технології паралельної обробки інформації для побудови відповідальних (надійних, безвідмовних) систем керування. В [12] наведено узагальнену інформацію, яка стосується не тільки архітектури побудови систем керування на базі автоматів паралельної дії (АПД), а і технології створення програмного забезпечення (ПЗ) для них. Таке ПЗ дозволяє значно зменшити ризики внесення похибок, що викликані наявністю непорозумінь між програмістом і технологом [13, 14].

Мета статті. Обґрунтувати можливість адаптації технології паралельного логічного керування на базі автомата паралельної дії із нечіткою логікою (АПДН) і АПДН із каскадуванням, для побудови елементів інтелектуальних електричних мереж Smart Grid, у рамках інформаційної технології паралельного логічного керування об'єктами критичного застосування.

Основні матеріали. У [2] вже було у загальному вигляді представлено автомат паралельної дії із нечіткою логікою, що є базовим елементом технології паралельного логічного керування технологічними об'єктами критичного застосування.

На рис. 2 показано структуру АПДН, на якій використано наступні позначення: $a_1 \dots a_k$ – k цифрових двійкових входів; $g_1 \dots g_p$ – p аналогових входів; $c_1 \dots c_m$ – m цифрових двійкових виходів; $fx_1 \dots fx_n$ – входи фазифікованих даних; $fy_1 \dots fy_l$ – виходи фазифікованих даних. Необхідно зазначити, що фазифіковані

вхідні і вихідні дані фактично являють собою звичайний двійковий код, наприклад для фазифікації за 8-ма рівнями – трьохрозрядний, для фазифікації за шістнадцятьма рівнями – чотирьохрозрядний (таким чином загальна кількість фазифікованих входів дорівнюватиме 8 на n , або 16 на n). Аналогічні судження можна застосувати і для вихідних фазифікованих даних.

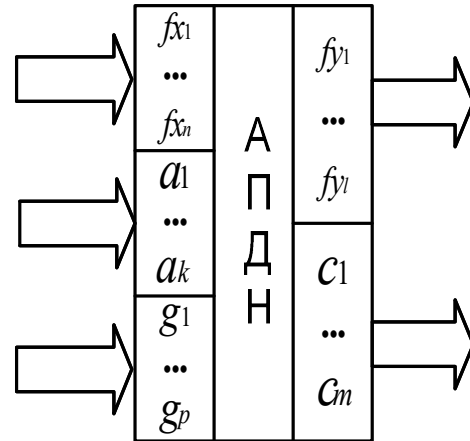


Рисунок 2 – Узагальнена структура АПДН

Враховуючи, що АПДН має оперувати нечіткими величинами, при роботі із якими не може бути безпосередньо застосований підхід аналогічний до об'єктів безперервної циклічної дії, пропонується застосувати каскадування АПДН. Це призведе до певного відходу від виключно паралельного принципу обробки інформації до послідовно-паралельного, але дозволить розбити складні задачі на більш прості. Реалізація такого підходу показана на рис. 3. У наведеній структурі кожен АПДН працює лише з двома нечіткими величинами, результат обробки цих величин, також у нечіткій формі, передається на наступний АПДН, де взаємодіє із третьою вхідною нечіткою величиною. Далі процес може повторюватись до нескінченності та обмежений лише технологічними проблемами фізичної реалізації системи.

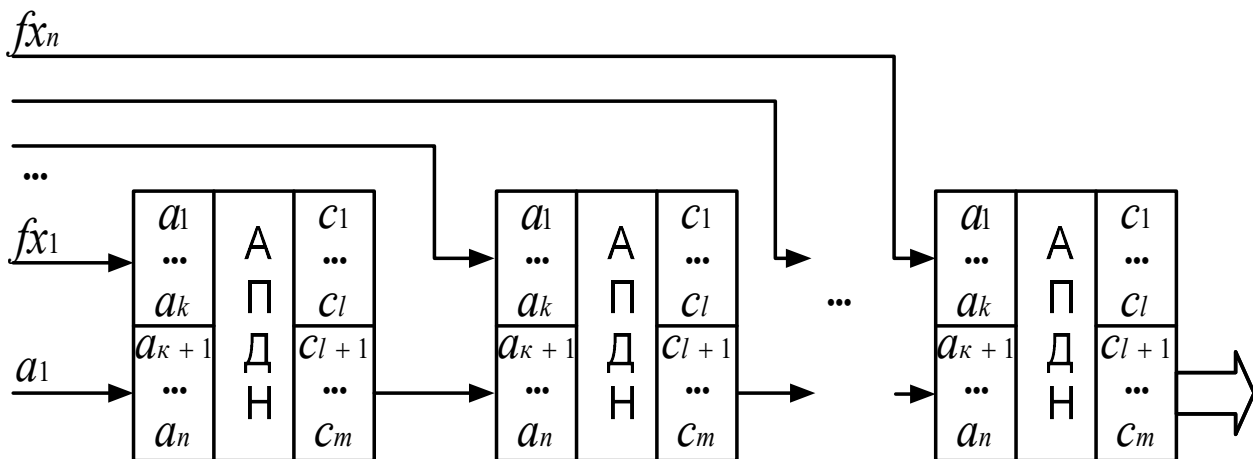


Рисунок 3 – Каскадування АПДН

Висновки. Наведені матеріали дозволяють стверджувати, що автомати паралельної дії із нечіткою логікою із каскадуванням можуть бути застосовані для розв'язання складних задач керування об'єктами критичного застосування, у тому числі в енергетиці, за рахунок розбиття їх на більш прості та послідовно-паралельного принципу обробки інформації.

Список використаних джерел

1. Безпечний ПЛІС-контролер паралельної дії, як інтелектуальне ядро SMART GRID / Бовчалоук С. Я., Тимчук С. О., Фурман І. О., Піскар'юв О. М. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 51–53.
2. Реалізація функцій нечіткого логічного керування на базі автомата паралельної дії для інтелектуальних електричних мереж / Бовчалоук С. Я., Тимчук С. О., Фурман І. О., Азацький Р. В. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*. Харків, 2018. Вип. 196. С. 86–88.
3. Бовчалоук С. Я. Перспективи побудови інтелектуальних мереж SMART GRID бази ПЛІС-технологій / Бовчалоук С. Я., Тимчук С. О., Фурман І. О., Піскар'юв О. М. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2017. №5 (134). С. 80–85.
4. Smart Grid – European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. – European Commission, 2005. [Electronic resource]. URL: <http://www.smartgrids.eu/>.
5. European Technology Platform- Smart Grids. April 2011: Strategic Deployment document for European Commission, 2014. [Electronic resource]. URL: <http://www.smartgrids.eu/>.
6. Загум'яна К. В., Радченко С. С., Староверов Р. Н. Методи підвищення продуктивності обчислювальних засобів. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*. Харків, 2017. Вип. 187. С. 77–78.
7. Тимчук С. А., Черемисин Н. М. Синтез оптимальної структури розподільних електричних мереж при неопределенності вихідної інформації: монографія. Харків: ООО "В деле", 2016. 270 с.
8. Фурман І. А., Бовчалоук С. Я. Совершенствование математической модели и архитектуры логических управляющих автоматов параллельного действия. Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2006. №3(59). С. 72–76.
9. Бовчалоук С. Я. Модели, методы и средства информационной технологии параллельного логического управления объектами железнодорожной автоматики: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Бовчалоук Станіслав Ярославович. Харків, 2008. 203 с.
10. Фурман І. А., Бовчалоук С. Я., Малиновський М. Л. Развитие архитектуры ПЛК параллельного действия: от абстрактной модели параллельного автомата, до инженерной реализации безопасного ПЛІС-контроллера. *Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК*. 2016. №.2 (5). С. 62–66.
11. Бовчалоук С. Я., Фурман І. А. Особенности за-

стосування технології паралельного логічного керування при діагностиці та керуванні об'єктами критичного застосування. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*, Харків, 2011. Вип. 117. С. 123–124.

12. Development and study of technological visual programming of logic control problems / Ilya Furman, Stanislav Bovchaliuk, Alexander Allashev, Aleksey Piskarev. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2017. № 6/2 (90). P. 23–31.

13. Перспективная технология программирования промышленных ПЛІС-контроллеров с параллельной архитектурой / Бовчалоук С. Я., Фурман І. А., Малиновський М. Л., Аллашев О. Ю. *Мир техники и технологий*. 2007. № 6 (67). С. 60–62.

14. Проблемно-орієнтована таблична мова опису алгоритмів логічного керування технологічним обладнанням / Бовчалоук С. Я., Фурман І. А., Малиновський М. Л., Аллашев О. Ю. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка*. Вип. 73. Т.2. Харків, 2008. С.52–54.

Аннотация

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ АВТОМАТА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С КАСКАДИРОВАНИЕМ

Бовчалоук С. Я., Тимчук С. А., Фурман І. О.,
Малиновський М. Л.

В работе изложены результаты исследования возможности реализации функций логического управления в нечеткой форме на базе автомата параллельного действия с каскадированием, в рамках информационной технологии параллельного логического управления объектами критического применения, в том числе в энергетике.

Abstract

ELEMENTS OF THE CONCEPT OF IMPLEMENTATION OF THE FUNCTIONS OF FUZZY LOGIC CONTROL ON THE BASIS OF A PARALLEL ACTION AUTOMAT WITH CASCADING

S. Bovchaliuk, S. Tymchuk, I. Furman,
M. Malinovsky

The paper presents the results of a study of the possibility of implementing fuzzy logical control functions on the basis of a parallel-action automaton with cascading, as part of the information technology of parallel logical control of critical applications, including energy.