

# КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

УДК 621.316.13

## БЕЗПЕЧНИЙ ПЛІС-КОНТРОЛЕР ПАРАЛЕЛЬНОЇ ДІЇ, ЯК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ЯДРО SMART GRID

Бовчалоук С. Я., Тимчук С. О., Фурман І. А., Піскар'юв О. М.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Розглянуті перспективи розвитку енергетики України на базі концепції Smart Grid. Проведено аналіз можливості застосування інформаційної технології паралельного логічного керування на базі безпечних ПЛІС-контролерів паралельної дії для технічної реалізації елементів Smart Grid.*

**Постановка проблеми.** Кінець ХХ, початок ХХІ сторіччя охарактеризувався значними змінами в енергетиці економічно і енергетично розвинених країн. Це відображається не тільки (і не стільки) у розвитку і вдосконаленні технічних засобів, скільки у зміні стратегії розвитку і переосмисленні самого розуміння сучасної енергетики. Результатом таких змін є формування концепції Smart Grid – інтелектуальних електричних мереж. В Україні додаткові виклики формує технічний стан електромереж держави: більше половини з них мають 100% знос, 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%), а подекуди і до 40% [1].

Отже створення інтелектуальних мереж в Україні є, на думку авторів, не тільки перспективною, а і нагальною задачею для науковців і практиків, що працюють в енергетичному секторі країни.

**Аналіз стану питання.** Лідерами у розробці та впровадженні концепції Smart Grid є: США – The Energy Independence and Security Act of 2007; країни ЄС – Smart Grid Technology Roadmap Report Development; Південна Корея – Smart Country Strategy Development [2]. Ними запущені пілотні проекти різної ступені наповненості інтелектуальною складовою і різної ступені готовності, накопичуються експлуатаційні данні, поступово збільшується складність і об'єм інноваційних енергетичних хабів.

В Україні, на жаль, конкретних прикладів реалізації концепції Smart Grid поки нема (окрім певних елементів цієї технології у АР Крим у 2012-2014 роках). Окремі складові елементи і концептуальні рішення наведені, наприклад, в [5, 6], а на 2018 рік заплановано реалізацію пілотного проекту НЕК "Укренерго" технології Smart Grid – Vehicle-to-Grid, V2G. Таким чином вибір підходів до реалізації конкретних технічних засобів інтелектуальних мереж є достатньо актуальною задачею.

**Мета статті.** Провести аналіз вже існуючих технологій і технічних засобів реалізації елементів Smart Grid, визначити можливість і місце для застосування технології паралельної обробки інформації і безпеч-

ного керування на базі ПЛІС-технологій.

**Основні матеріали.** Для початку надамо визначення поняттю Smart Grid, що прийняті у США та Європи і є загальноприйнятими [2, 3, 4]:

1) *USA Department of Energy "Grids 2030"*: Smart Grid – це повністю автоматизована енергетична система, що забезпечує повсюдно двосторонній потік електричної енергії та інформації між електричними станціями і пристроями. Smart Grid за рахунок застосування новітніх технологій, інструментів і методів наповнює електроенергетику "знаннями", що дозволяють різко підвищити ефективність функціонування енергетичної системи ...;

2) *European Technology Platform SmartGrids*: (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, акумулюючими джерелами та споживачами.

Саме фрази: "автоматизована енергетична система" і "скоординоване функціонування" дозволяють стверджувати про необхідність застосування при побудові Smart Grid інтелектуальних технічних засобів, таких як комп'ютерна техніка, вбудовані програмовані логічні контролери (ПЛК), інтелектуальні пристрої керування (IED), тощо. При цьому з точки зору технологічного базису реалізація Smart Grid вимагає відмови від традиційних ієрархічних структур систем автоматизації та перехід до архітектур, в яких інтелектуальні пристрої керування взаємодіють як на горизонтальному, так і на вертикальному рівнях, характеризуються певною автономністю при прийнятті рішень...[2].

Якщо на верхніх рівнях ієрархії (збір, узагальнення, обробка, зберігання інформації, тощо) альтернатив спеціалізованої комп'ютерної техніки практично неіснує, то на нижніх рівнях ієрархічної структури, на думку авторів, більш доцільно використовувати технічні засоби у яких інтелектуальне ядро будується на базі ПЛК. Але, враховуючи відповідальність технологічного процесу, застосування класичних ПЛК промислового призначення несе в собі значні ризики, оскільки вони мають певні принципові обмеження і недоліки, характерні для контролерів послідовної дії.

Ось лише деякі з них:

- обмеженість у швидкодії ПЛК;
- обмеженість кількості входів-виходів;
- наявність такого негативного фактора, як "зависання".

До цих факторів слід додати можливість виникнення помилок у прикладному програмному забезпеченні у процесі переходу від алгоритму функціонування до програмного коду конкретного зразка ПЛК.

Саме ці негативні фактори зумовлюють дуже обмежене використання, а частіше навіть повну відмову від застосування класичних ПЛК послідовної дії для керування відповідальними технологічними процесами, або як їх прийнято називати – об'єктами критичного застосування.

Питанням побудови систем керування об'єктами критичного застосування присвячено значну кількість наукових робіт проф. Фурмана І. О., проф. Малиновського М. Л., доц. Бовчалока С. Я., наприклад [8, 9, 10], де показано значні переваги застосування технології паралельної обробки інформації для побудови відповідальних (надійних, безвідмовних) систем керування. Також у рамках інформаційної технології паралельного логічного керування було сформовано підхід для створення автоматизованої технології програмування ПЛС-контролерів із паралельною архітектурою [10, 11], яка дозволяє спростити процес створення прикладного програмного забезпечення і, що найважливіше, значно зменшити кількість помилок у ньому. Отже все перераховане дозволяє пропонувати

концепцію побудови інтелектуальних Smart Grid мереж на базі інформаційної технології паралельного логічного керування з інтелектуальним ядром у вигляді безпечного ПЛС-контролера паралельної дії.

Розглянемо базову структуру керуючого автомату паралельної дії (рис. 1). Керуючий автомат складається з наступних елементів: блоку індикації – БІ; схеми порівняння – СП; блоку вибору операцій – БВО; блоку логічного керування – БЛК; лічильника адреси – ЛА; вихідного регістру – ВР; а також блоків пам'яті станів, команд, переходів і заборонених комбінацій – БПС, БПК, БПП, БПЗК. Принциповою особливістю показаної структури є керування процесом обробки програми потоком вхідних станів, тобто потоком, який формують в асинхронній послідовності інтервалів дискретного автоматного часу "дозволені" комбінації фактичних станів керованого об'єкта і зовнішнього середовища. Для такої структури зовсім нехарактерна така проблема всіх без виключення класичних мікропроцесорних контролерів послідовної дії, як "зависання", що позитивно відображується на надійнісних характеристиках керуючих автоматів. Також контролери, що побудовані на базі такої структури, програмуються із застосуванням мов, які близькі до природного опису поведінки об'єктів дискретної дії (наприклад ЯПЛК-М), що спрощує процес формування програмного забезпечення і покращує його якість [10].

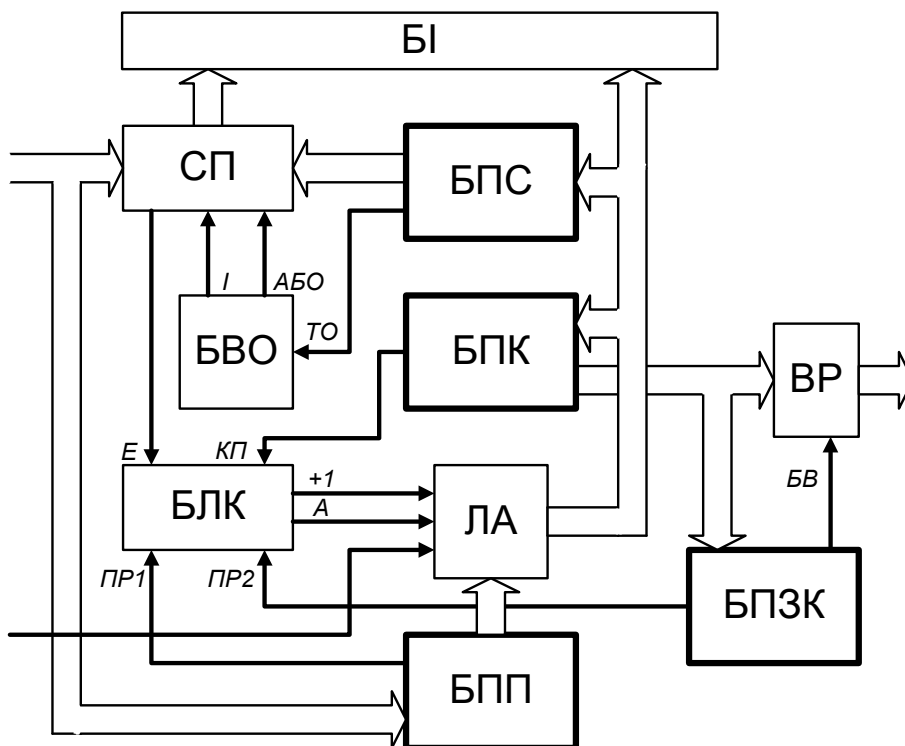


Рисунок 1 – Структура керуючого автомату паралельної дії

Приклад практичної реалізації ПЛК паралельної дії на базі ПЛС EPM1270T144 сімейства MAX II із 16-ма дискретними входами і 16-ма дискретними виходами показано на рис. 2. Взавши за основу наведе-

ну конструкцію можна побудувати дослідницький зразок для відпрацювання технологій Smart Grid в лабораторних умовах, а, у майбутньому, і безпосередньо на конкретних ділянках електромережі.

**Висновки.** Таким чином концепція Smart Grid є майбутнім енергетики не тільки в Україні, а і в усьому світі, і застосування інформаційної технології паралельного логічного керування, а саме безпечних ПЛІС-контролерів паралельної дії, можна розглядати як од-

не із найбільш перспективних для реалізації технічних засобів Smart Grid. Це надасть нові можливості для підвищення надійності і ефективності функціонування енергосистеми нашої країни.

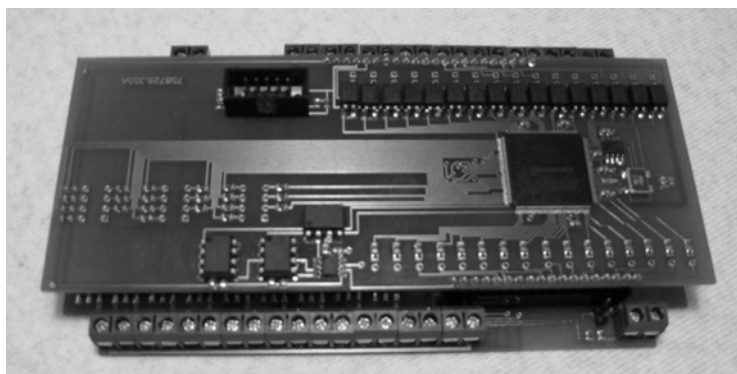


Рисунок 2 – Загальний вигляд монтажних плат промислового зразка ПЛІС-контролера паралельної дії

### Список використаних джерел

1. Тимчук С. А. Синтез оптимальной структуры распределительных электрических сетей при неопределенности исходной информации : монография / С. А. Тимчук, Н. М. Черемисин. – Харьков: ООО "В деле" 2016. – 270 с.
2. Стогній Б. С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Стогній Б. С., Кириленко О. В., Праховник А. В., Денисюк С. П. // Техн. електродинаміка. – 2012. – № 5. – С. 52–67.
3. Grid 2030: A National Version for Electricity's Second 100 Years // Office of Electric Transmission and Distribution United State Department of Energy, July 2003.
4. Smart Grid – European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. – European Commission, 2005. [Electronic resource] - Mode of access: <http://www.smartgrids.eu/>.
5. В. І. Васильченко. Цифрова підстанція складова системи "Smart Grid" / Васильченко В. І. [та ін.] // Електротехніка і електромеханіка. – 2014. – №6. – С. 72–76.
6. Стасюк О. І. Методи організації інтелектуальних електричних мереж залізниць на основі концепції Smart Grid / О. І. Стасюк, Л. Л. Гончарова, В. Ф. Максимчук // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014. – №2. – С. 29–37.
7. Smart Grid и будущее украинских энергосетей // Сети и бизнес. – 2016. – №6(91). С. 8-9.
8. Фурман И. А. Совершенствование математической модели и архитектуры логических управляющих автоматов параллельного действия / И. А. Фурман, С. Я. Бовчалюк // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №3(59). – С. 72–76.
9. Малиновський М. Л. Методи та засоби проектування технічних і програмних компонентів безпечних ПЛІС-контролерів з паралельною архітектурою : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.13.05 / Михайло Леонідович Малиновський. – Харків, 2010. – 39 с.
10. Бовчалюк С. Я. Модели, методы и средства

информационной технологии параллельного логического управления объектами железнодорожной автоматики: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Бовчалюк Станіслав Ярославович. – Харьков, 2008. – 203 с.

11. Фурман И. А. Перспективная технология программирования промышленных ПЛІС-контроллеров с параллельной архитектурой / И. А. Фурман, М. Л. Малиновский, С. Я. Бовчалюк, А. Ю. Аллашев // Мир техники и технологий. – 2007.- № 6 (67). – С. 60–62.

### Аннотация

#### **БЕЗОПАСНИЙ ПЛІС-КОНТРОЛЕР ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ, КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЯДРО SMART GRID**

Бовчалюк С. Я., Тимчук С. А., Фурман И. О.,  
Пискарёв А. Н.

*Рассмотрены перспективы развития энергетики Украины на базе концепции Smart Grid. Проведен анализ возможности применения информационной технологии параллельного логического управления на базе безопасных ПЛІС-контроллеров параллельного действия для технической реализации элементов Smart Grid.*

### Abstract

#### **SAFE PLD-CONTROLLER OF PARALLEL ACTION, AS THE SMART GRID INTELLIGENT NUCLEUS**

S. Bovchaliuk, S. Tymchuk, I. Furman, O. Piskariov

*Prospects of development of power engineering of Ukraine on the basis of the concept of Smart Grid are considered. Analyzed the possibility of using information technology of parallel logic control based on safe PLD-controllers of parallel action for the technical implementation of Smart Grid elements.*