

## ПРОМИСЛОВИЙ ПЛІС-КОНТРОЛЕР ТА ТЕХНОЛОГІЯ ЙОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Фурман І. О., Бовчалюк С. Я., Аллашев О. Ю.

*Харківський національний університет сільського господарства імені Петра Василенка**У статті описано промисловий контролер логічного керування на базі ПЛІС та технологія його програмування за допомогою табличної мови технологічних циклограм.***Постановка проблеми**

Сьогодні вітчизняний ринок промислової автоматизації перебуває у стадії інтенсивного розвитку. Збільшується число компаній, що пропонують на ринку різні рішення для систем логічного керування у різних предметних галузях. Так як на даний момент вітчизняні виробники універсальних мікроелектронних засобів управління не сильно розвинені, на ринку широко представлені компанії - системні інтегратори, які використовують апаратні засоби логічного керування провідних світових виробників (Siemens, Festo, Schneider та інше). Основним апаратним елементом систем логічного керування є програмований логічний контролер (ПЛК). ПЛК - це мікропроцесорний пристрій, що призначений для роботи у промислових умовах та програмується на спеціалізованих мовах міжнародного стандарту МЕК 61131-3 (три графічні та дві текстові мови програмування).

**Аналіз основних досліджень і публікацій**

Таким чином, надійність та продуктивність систем автоматизації в значній мірі визначається параметрами ПЛК. З одного боку, ПЛК залишається класичним мікропроцесорним пристроєм послідовної дії (послідовне зчитування входів, послідовне відпрацювання керуючої програми, послідовна актуалізація виходів ПЛК). Для багатьох задач надійність стандартних ПЛК є недостатньою. З іншого боку, багато фахівців вказують на недоліки мов стандарту МЕК 61131-3 та їх недоступність для інженерів-технологів, які є найбільш компетентними фахівцями в технологічному процесі [1]. На даний час є необхідність розробки вітчизняних мікроелектронних контролерів підвищеної надійності та продуктивності, й створення наочної та сучасної технології їх програмування.

**Метою статті** є опис промислових ПЛІС-контролерів та технології їх програмування за допомогою мови технологічних циклограм.

**Основні матеріали дослідження**

В роботах Закревського А. Д., Фурмана І. О. та інших авторів [2, 3] були описані значні переваги регулярних мікроелектронних структур при вирішенні задач логічного керування, доведена принципова можливість побудови швидкодіючих логічних автоматів паралельної дії та створенні на їх основі нових інформаційних технологій.

Завдяки великим темпам розвитку мікроелектро-

ніки сьогодні вже доступні широкому загалу розробників така елементна база як програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС), які, завдяки своїй гнучкій структурі, дозволяють не тільки реалізувати складні проекти на одному кристалі та проводити багаторівневу перевірку на усіх етапах розробки, але й дозволяють здійснювати оперативну реконфігурацію внутрішньої архітектури контролера в процесі його функціонування. Саме тому використання систем на базі ПЛІС дає можливість по-новому підійти до вирішення питань розпаралелювання процесів керування та обробки інформації, підвищення швидкодії та відмовостійкості системи керування. Вже сьогодні ПЛІС отримали широке використання у військовій техніці, авіаційних бортових системах керування, у системах керування енергетикою та на залізничному транспорті. Однак, на даний час для успішного використання ПЛІС у системі керування, команда розробників повністю створює спеціалізований пристрій (плату) на базі певної моделі ПЛІС для вирішення поставленої задачі. Такий підхід потребує наявності команди спеціалістів з мікроелектроніки та професійних HDL-програмістів, що доцільно лише для складних та коштовних проектів, на відміну від використання стандартних ПЛК, які є закінченим універсальним пристроєм, випускаються серійно й застосування яких зводиться лише до монтажу та програмування.

Таким чином, була б доцільною поява ПЛІС-контролера як функціонально закінченого пристрою, що призначений для роботи в промислових умовах, та програмується на простих мовах програмування, які доступні для інженерів-технологів.

Використання у контролері логічного керування якості основного елементу мікросхеми ПЛІС, на відміну від мікропроцесора з стандартною архітектурою, дозволяє реалізувати на одній тій самій мікроелектронній базі керуючі автомати різної архітектури (автомати послідовної дії, логічний керуючий автомат паралельної дії, безпечний автомат та інші). Реалізація на апаратній базі промислового ПЛІС-контролера логічного автомата паралельної дії дозволяє збільшити швидкодію шляхом паралельної обробки вхідних сигналів контролера, паралельної обробки програми керування та паралельного встановлення сигналів на виходах контролера, на відміну від послідовного циклу ПЛК: послідовне зчитування вхідних сигналів – послідовне покрокове виконання мікропроцесором програми керування – послідовне встановлення сигналів на виходах ПЛК. Так як, технологія використання ПЛІС має на увазі, що професійний розробник на мові опису апаратури (HDL-мові) безпосередньо описує архітектуру керуючого пристрою для вирі-

шення певної задачі, то архітектура ПЛІС-контролера може містити функціональні елементи підвищення надійності – наприклад, блок перевірки поточного вихідного керуючого вектору з векторами з множини "недопустимих" вихідних станів, й якщо формується контролером недопустимий вихідний стан – відбувається відпрацювання аварійної підпрограми. Перспективним розвитком цього підходу є спосіб підвищення надійності функціонування мікроелектронного логічного контролера, який відрізняється тим, що на кожному кроці реалізації алгоритму керування результат логічних обчислень (вектор сформованих керуючих команд) зрівнюється з вектором, який видається з фізичних виходів контролера та, якщо за рахунок апаратних збоїв або інших причин такого співпадіння немає, алгоритм автоматично відпрацьовується повторно. Таким чином, використання ПЛІС в якості базового елементу логічного контролера дозволяє підвищити швидкодію та відмовостійкість системи керування, але традиційний підхід вимагає наявності спеціалістів у галузі мікроелектроніки з професійними знаннями HDL-мов опису апаратури для реалізації кожної задачі автоматизації. Для можливості масового використання промислових ПЛІС-контролерів як функціонально закінчених пристроїв для широкого кола задач, було доцільно дати можливість інженеру-технологу формалізувати в наочній та зрозумілій йому формі алгоритм логічного керування, а програмний код для цільової платформи генерувати автоматично по цьому опису. Така мова програмування повинна відображати принцип, що переходить між станами в технологічному процесі відбуваються лише в результаті керуючого впливу на виконавчі механізми, а самому об'єкту керування притаманні властивості паралельності процесів. Наприклад, для опису таких процесів була розроблена мова ПРАЛУ (мова опису паралельних алгоритмів логічного керування) [4], в якій основними операціями є очікування деякої події та дії – видачі команд на виконавчі механізми, та пропонується підхід використання мови ПРАЛУ для програмування стандартного ПЛІС шляхом трансляції у програмний код на мову LD (релейно-контактних символів). Але, вказана мова є текстовою мовою та вимагає від розробника професійних знань певного математичного апарату.

Іншою мовою, що відповідає вищезгаданім критеріям, є таблична мова технологічних циклограм, що дозволяє у наочній, простій формі безпосередньо інженеру-технологу формалізувати та перевірити алгоритм логічного керування. Технологія програмування промислових контролерів за допомогою табличної мови технологічних циклограм отримала назву ТВП-технологія (технологічне візуальне програмування).

ТВП-технологія програмування промислових ПЛІС-контролерів складається з наступних етапів:

1) розробник, у спеціалізованому ТВП-середовищі формалізує та перевіряє алгоритм логічного керування у вигляді набору таблиць технологічної циклограми;

2) в залежності від задачі автоматизації, розробник обирає з бібліотеки ТВП-середовища той або інший HDL-шаблон керуючого автомату (керуючий автомат послідовної дії, паралельної дії, паралельної

дії підвищеної надійності, безпечний керуючий автомат та інше);

3) спеціалізований транслятор по обраному HDL-шаблону, та табличній циклограмі, що зберігає логіку керування, автоматично створює текст опису цифрового автомату;

4) згенерований HDL-опис без змін за допомогою промислового середовища програмування ПЛІС, завантажується у ПЛІС- контролер.

## Висновки

В рамках запропонованої технології технологічного візуального програмування, що дозволяє створювати програми логічного програмування на табличній мові технологічних циклограм, промисловий ПЛІС-контролер може бути застосовуватися для широкого кола задач автоматизації.

## Список використаних джерел

1. Зюбин В. Е. К пятилетию стандарта IEC 1131-3. Итоги прогнозы / В.Е. Зюбин // Приборы и системы управления. – 2010. – №1. – С. 64-71.

2. Закревский А. Д., Василенок В. К. Формальное описание алгоритмов логического управления при проектировании дискретных систем / А. Д. Закревский, В. К. Василенок // Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании. – 2007. – С. 239-241.

3. Фурман И.А. Контроллеры и процессоры с параллельной архитектурой / И. А. Фурман, В. А. Краснобаев, М. А. Малиновский, С. В. Панченко – Харьков: УкрГАЗТ, 2006. – 416 с.

4. Черемисинов Д. И. Логический контролер, программируемый на ПРАЛУ / Д. И. Черемисинов // Распределенные микропроцессорные управляющие системы и локальные вычислительные сети. Материалы Всесоюз. научно-техн. конф., Томск, ТГУ – 1991. —С. 228-230.

## Аннотация

### ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПЛИС-КОНТРОЛЛЕР И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Фурман И. А., Бовчалиук С.Я., Аллашев А. Ю.

*В статье описан промышленный контроллер логического управления на базе ПЛИС и технология его программирования на табличном языке технологических циклограмм.*

## Abstract

### INDUSTRIAL FPGA CONTROLLER AND ITS PROGRAMMING TECHNOLOGY

I. Furman, S. Bovchaliuk, A. Allashev

*The article describes the industrial controller logic control based on FPGA and its programming technology on table cyclograms language.*