

## ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА БАЗЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Абдуллаева Дилнавоз Хусниддиновна*  
*Бухарский инженерно-технологический институт*

**Аннотация.** Статья посвящена решению практических задач проектирования и реализации экспериментальных стендов для тестирования систем логического управления технологическим оборудованием. Исследования на экспериментальных стендах проводились с целью установления возможности и целесообразности промышленной эксплуатации разработанных систем логического управления.

**Ключевые слова:** логическая задача управления, ПЛК, ЧПУ, автоматизация.

**Введение.** Программируемые логические контроллеры (ПЛК) на сегодняшний день являются базовыми элементами систем промышленной автоматизации. На их основе построены все АСУ ТП, системы мониторинга, контроля функционирования, телеметрии, обеспечения безопасности и многие другие. Также, огромное значение современные ПЛК занимают в системах ЧПУ. Современный уровень развития систем числового программного управления позволяет применять для решения логической задачи программно реализованный логический контроллер (SoftPLC), в рамках общего программного обеспечения систем ЧПУ без привлечения дополнительной аппаратуры и системного программного обеспечения программируемых контроллеров, которые являются неотъемлемой частью практически любой современной системы ЧПУ [1]. Такой подход позволяет снизить стоимость системы управления и получить ряд преимуществ, среди которых: добавление новых функциональных возможностей и модернизация контроллера в короткие сроки; создание кроссплатформенного приложения, зависящего от решаемой технологической задачи; возможность сокращения времени запуска в эксплуатацию и др.

В ходе экспериментальных исследований, которые были выполнены с целью получения практического опыта применения систем логического управления на основе Soft PLC контроллеров [2, 3]. усовершенствованы и уточнены структуры отдельных программных и аппаратных компонентов систем управления, а также получен опыт в настройке и отладке систем

управления нового класса. Установлена возможность и целесообразность промышленной эксплуатации систем.

**Основная часть.** Для решения задачи выбора аппаратной платформы и совместимости аппаратного и программного обеспечения разработан **комплексный стенд**, который можно переориентировать на работу с различными аппаратными платформами за короткий период времени [4]. В качестве базовых вычислительных модулей, на которых может устанавливаться ядро системы логического управления были выбраны следующие: а) одноплатный компьютер; б) персональный компьютер; в) компьютер промышленного исполнения (рис. 1). Эти же платформы были заложены в качестве аппаратной базы при проектировании экспериментального стенда.

В качестве объектов управления были выбраны:

- группа восьми сегментных индикаторов с элементами управления (кнопки) – «Объект управления 1». Этот объект управления позволяет проверить работу системы логического управления с дискретными сигналами ввода (кнопки управления) и вывода (сегменты индикаторов);

- сервопривод на основе протокола EtherCAT – «Объект управления 2». Объект управления позволяет проверить функциональные блоки и алгоритмы управления движением системы логического управления.

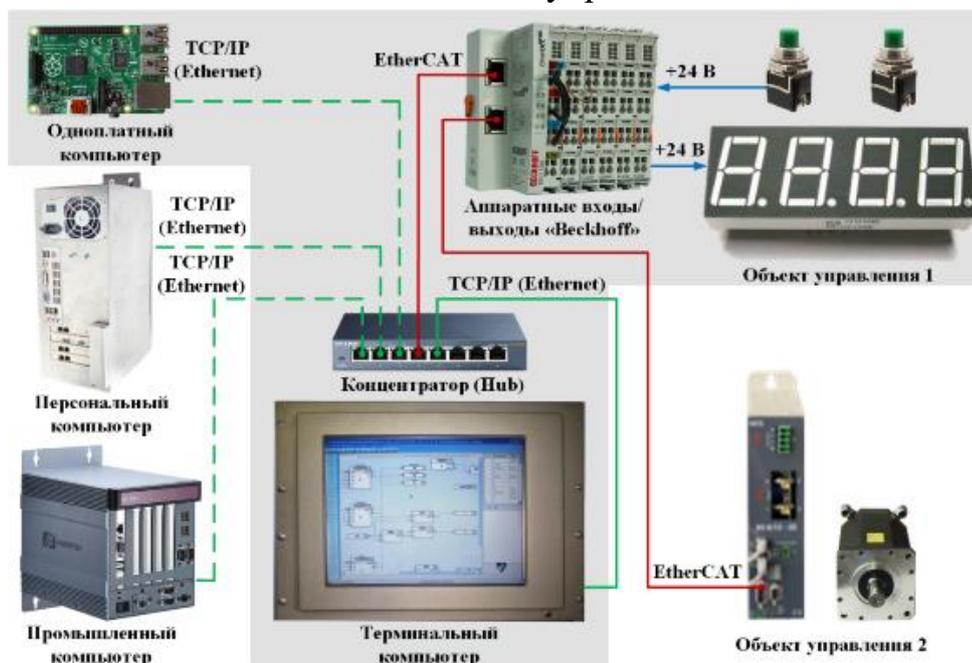


Рис. 1 Сетевая модель экспериментального стенда для проверки работоспособности систем логического управления.

Описываемый стенд представляет собой быстроперенастраиваемый объект, в котором есть постоянно подключенные и подключаемые элементы. Основной задачей систем логического управления является контроль систем

электроавтоматики, в который более 70% сигналов являются дискретными, поэтому аппаратные «входы/выходы» и «Объект управления 1» - это постоянно подключенные элементы, к которым также относится и терминальный компьютер с установленной средой программирования [5].

В зависимости от проводимых тестов к стенду подключаемыми являются одна из трех аппаратных платформ с установленным ядром управления: а) одноплатный компьютер; б) персональный компьютер; в) промышленный компьютер. Все оборудование объединено в единую сеть посредством сетевого концентратора (Hub). Для проверки работоспособности системы логического управления в задачах управления движением используется «Объект управления 2».

Терминальный компьютер (см. рис. 1) содержит среду разработки программ логического управления, в которой до начала работы разрабатывается программа на языке функциональных блоков. Терминальный компьютер связан посредством сети Ethernet с базовым вычислительным модулем на котором установлено ядро системы логического управления. Разработанная программа логического управления передается в ядро системы, производится отладка программы и последующий запуск отлаженной версии программы логического управления. В дальнейшем связь с терминальным компьютером необходима только для визуального отображения работы программы логического управления в процессе работы стенда.

В соответствии с методикой тестирования для экспериментальных исследований выбирался один из вариантов разработанной распределенной модели стенда. В ходе стендовых испытаний был выбран вариант экспериментального стенда с вычислителем на базе одноплатного компьютера и объектом управления в виде группы 8-сегментных индикаторов. Стенд дополнительно снабжен элементами питания: а) для аппаратных «входов/выходов» блок питания имеет характеристики +24В, 10 А; б) для одноплатного компьютера - +5В, 5 А.

На этой модификации стенда проверялись:

- возможность работы системы логического управления на базе одноплатного компьютера с дискретными «входами/выходами»;
- быстродействие выбранной конфигурации системы.

Были проведены стендовые испытания в соответствии с методикой тестирования, в ходе которых были получены следующие результаты:

- достигнута согласованность и стабильность при совместной работе среды разработки программ логического управления и ядра логического управления, что позволяет загружать и отлаживать программы даже большого размера (свыше 20 тысяч функциональных блоков);

- подтверждена корректная работа системы логического управления с аппаратными входами/выходами при обработке дискретных и аналоговых внешних сигналов;

- время наработки на отказ ядра логического управления более 1000 часов, что соответствует требованиям, предъявляемым к промышленным системам;

- время выполнения цикла логического управления при работе в операционной системе реального времени составляет менее 10 мс.

Эти результаты находятся в рамках требований, предъявляемым к промышленным системам, работающим в режиме жесткого реального времени.

Один из возможных вариантов применения системы логического управления – это программно реализованный *логический контроллер, интегрированный в состав системы ЧПУ*. При этом ядро системы логического управления интегрируется в программно-математическое обеспечение ядра системы ЧПУ. Разработанная среда программирования систем логического управления может быть, как интегрирована в состав терминала системы ЧПУ, так и работать автономно.

Система логического управления интегрируется в состав системы ЧПУ в виде программно реализованного контроллера. В этом случае архитектура системы ЧПУ приобретает вид, представленный на рис. 2.

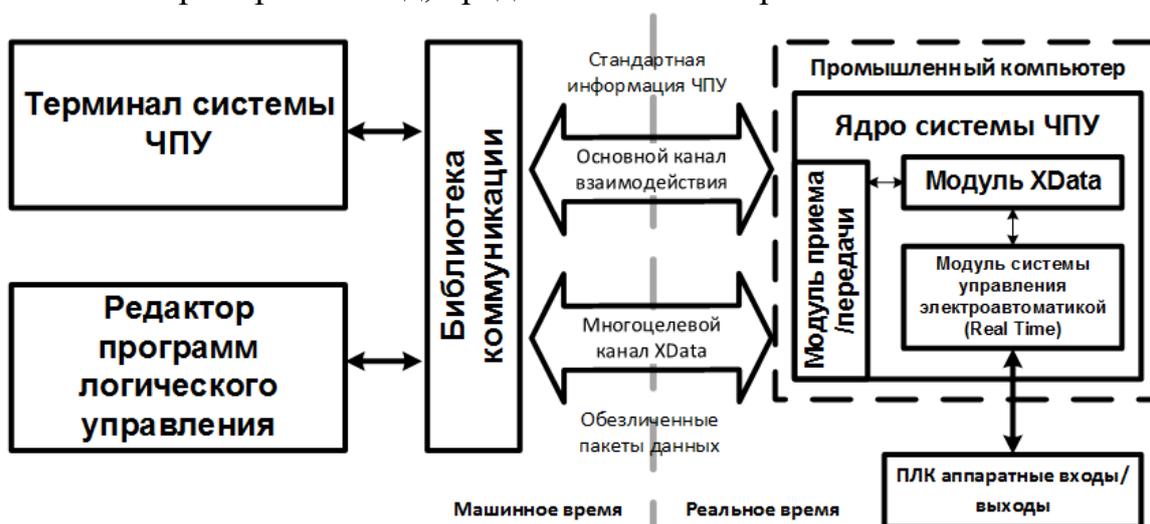


Рис. 2. Архитектура системы ЧПУ с встроенным программно реализованным контроллером

Представленная на рис. 2 система имеет следующие особенности:

- редактор программ логического управления может быть, как встроен в состав терминала системы ЧПУ, так и работать автономно;

- терминал системы ЧПУ и редактор программ логического управления используют для связи с ядром системы ЧПУ единую библиотеку коммуникации. При этом информация о работе системы ЧПУ передается по основному каналу

взаимодействия, а данные с системы логического управления передаются по дополнительному многоцелевому каналу «XData»;

- в ядро системы ЧПУ встроен модуль системы логического управления, который выполняет основные функции по решению логической задачи управления.

Экспериментальный стенд проверки работоспособности системы логического управления интегрированной в состав системы ЧПУ с описанной архитектурой состоит из двух частей: а) металлическая стойка с установленными на ней терминальным компьютером; б) промышленная клавиатура и объекты управления, объединенные в одном корпусе. В качестве объектов управления использовались комплектные электроприводы (электродвигатель + контроллер привода) и аппаратные «входы/выходы» (все - производства «СТАНКИН НС»).

**Выводы.** 1. Система логического управления, встроенная в состав программно-математического обеспечения ЧПУ, работоспособна, обладает высокой надежностью, отказоустойчива, легко встраивается в современные системы ЧПУ. Это позволяет считать, что разработанную систему логического управления можно применять на технологическом оборудовании в промышленных условиях.

2. Выполнение цикла логического управления в отдельном потоке не приводит к увеличению времени выполнения цикла решения геометрической задачи ЧПУ.

3. Интеграция среды разработки программ логического управления в терминал системы ЧПУ не привела к возникновению внештатных ситуаций при работе терминала. Терминал имеет устойчивую связь с ядром ЧПУ.

4. Среда реализации программ логического управления, встроенная в терминал ЧПУ позволяет сократить время отладки программ за счет оперативного поиска и исправления незначительных ошибок и опечаток в реализованных функциональных блоках, «не отходя» от технологического оборудования.

5. Время наработки на отказ системы ЧПУ с интегрированным в неё ядром логического управления составляет более 1000 часов, что соответствует требованиям, предъявляемым к промышленным системам.

### **Библиографический список**

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Система ЧПУ: современные вызовы, информационная и технологическая безопасность // Автоматизация в промышленности. 2016. №5. С.3-5.

2. Nezhmetdinov R.A., Sokolov S.V., Obukhov A.I., Grigoriev A.S. Extending the functional capabilities of NC systems for control over mechano-laser processing // Automation and Remote Control. 2014. Vol. 5. T. 75. P. 945-952.
3. N.F.Urinov, D.Kh Abdullaeva. Analysis of log-files of technological devices. Miasto Przyszłości Kielce 2022 Impact Factor: 9.2 ISSN-L: 2544-980X. P 391-394.
4. D.Kh Abdullaeva. Methods of Testing Logical Control Systems. Miasto Przyszłości Kielce 2022 Impact Factor: 9.2 ISSN-L: 2544-980X. P 247-249.
5. Approach to Testing Logical Control Systems of Technological Equipment / Nezhmetdinov, R.A., Urinov, N.F., Derkach, E.V., Abdullaeva, D.H. // (2020) 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020, статья № 9271361