

УДК 621.446

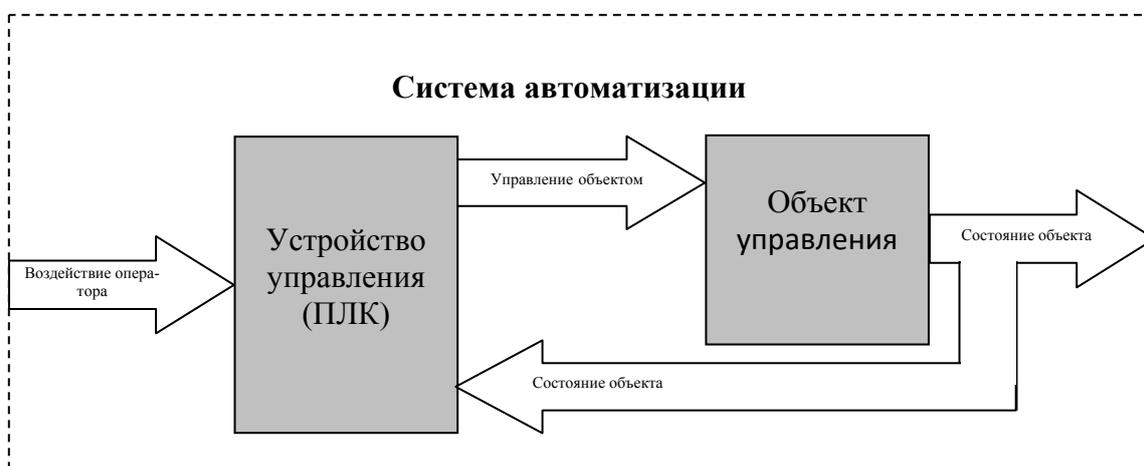
**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МАЛОЙ  
АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ  
СИСТЕМ**

**А.В. Старикова, А.В. Лавшонок**

Донецкий национальный технический университет

*Разработан промышленный контроллер для реализации задач малой автоматизации на базе открытых схемных решений и средств разработки.*

Непременным условием роста производства является развитие и совершенствование технических средств, к которым относятся средства автоматизации. Практически каждое современное производственное предприятие обладает большим количеством оборудования, которое объединяется в системы, работающие практически в автономном режиме. Управление производственными процессами осуществляется при помощи ПЭВМ или программируемыми логическими контроллерами (ПЛК). Общая структура системы автоматизации приведена на рисунке 1:



*Рис.1 – Общая структура системы автоматизации*

Большинство фирм, работающих на рынке автоматизации (Siemens, Allen Bradley, Schneider, Wago и др.), предлагают к использованию обширную номенклатуру так называемых программируемых логических контроллеров (ПЛК) - функционально и конструктивно завершенных модулей, объединяющих в себе процессорную часть и периферийные устройства ввода-вывода. Они выпускаются как в виде

фиксированных устройств с ограниченным диапазоном возможностей – для относительно несложных задач, так и в виде комплектов, позволяющих решить задачи любой сложности за счет комбинирования различных модулей расширения. ПЛК могут быть смонтированы непосредственно на объекте или в диспетчерском пункте управления, легко объединены в единую сеть для обмена информацией, подключены к ПЭВМ для осуществления общего управления технологическим процессом, сбора и отображения информации, а также изменения управляющей программы. К достоинствам ПЛК относятся достаточно высокая надежность, оперативность при монтаже, наладке и пуске в эксплуатацию, возможность конфигурирования устройств и комплексов устройств различной сложности в зависимости от степени сложности решаемой задачи, относительная простота составления управляющей программы, с чем могут справиться даже специалисты среднего уровня после прохождения необходимой подготовки.

При этом применение современных ПЛК для управления технологическими процессами для небольших предприятий ограничено относительно высокой стоимостью как самих ПЛК, так и стоимостью их сервисного обслуживания, в том числе разработка и поддержка программного обеспечения на базе сертифицированных средств разработки, что снижает конкурентоспособность небольших предприятий. Кроме этого, например, для предприятий города Донецка, применение средств управления зарубежного производства не всегда доступно по не зависящим от них причинам.

В настоящее время на предприятиях преобладают контроллеры фирм: Siemens, Mitsubishi, VIPA, Schneider Electric, Овен и др., основные параметры некоторых из них приведены в таблице 1:

Все из рассмотренных вариантов, серийно выпускающихся ПЛК имеют недостатки, рассмотренные выше, в связи с чем актуальной является задача по разработке и применению современных ПЛК, с достаточной функциональностью, но отличающиеся низкой стоимостью высокой доступностью.

Разработка ПЛК может быть сведена к решению двух задач:

1. Разработка схематических и конструктивных решений
2. Разработка либо применение известной системы программирования ПЛК.

Решение первой задачи может быть сведено к решению вопросов определения базового типа микроконтроллера, а также разработки достаточно универсальных узлов согласования входных и выходных сигналов, а также аппаратных средств реализации протоколов связи с внешними ПЛК и ПЭВМ.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ,  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ**

Таблица 1 – Основные характеристики промышленных контроллеров

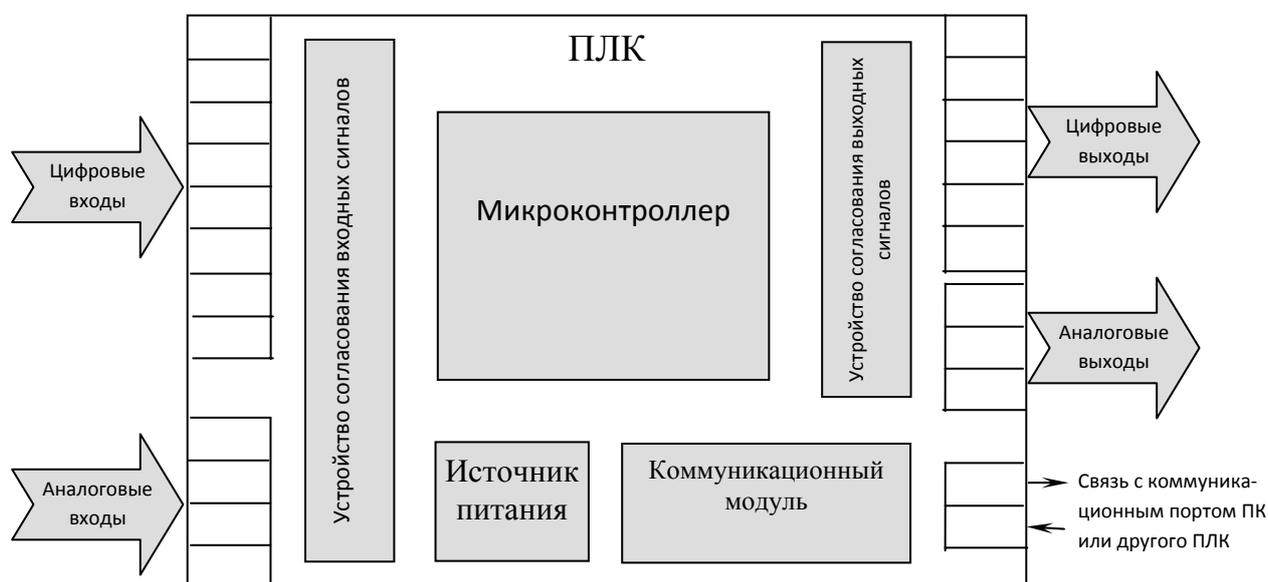
	Siemens PLC S7- 300,	Schneider Electric Modicon M340	VIPA System 100V;	ОВЕН ПЛК110- 30
Количество входов/ выходов	8/6	512 дискретных входов/выходов 128 аналоговых входов/выходов 20 специализир. каналов	дискретные - до 160 I/O; аналоговые - до 24 I/O.	18/12
Скорость обра- ботки	0.6 мкс ...3 мкс	0.18....0.26 мкс	1.2 мкс..0.25 мкс	От 100мкс
Стоимость ус- тановки	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя
Стоимость об- служивания	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя

В качестве базового микроконтроллера может быть принят любой доступный микроконтроллер, обеспечивающий требуемые параметры. В настоящее время наиболее доступными являются восьмиразрядные микроконтроллеры серий i8051 (Intel), AVR (Atmel), PIC (Microchip), ST-8 (STM) и др. Кроме того, широкое применение начинают получать тридцатидвухразрядные семейства ARM различных производителей. Возможности восьмиразрядных микроконтроллеров в настоящее время обеспечивают выполнение большинства потребных задач малой автоматизации, и при этом отличаются низкой стоимостью, доступностью, в том числе в корпусах типа TQFP и более крупных, что не требует применения специального оборудования для их монтажа. В то же время основным сдерживающим фактором применения микроконтроллеров серии ARM ограничено, в связи с их выпуском в основном в корпусах типа LQFP и FBGA, что требует применения специального оборудования для промышленного монтажа, что ограничивает применение данных микроконтроллеров при производстве средств автоматизации в небольших партиях. В связи с этим в качестве базового типа микроконтроллера для разработки промышленного контроллера систем малой автоматизации целесообразно применять восьмиразрядные микроконтроллеры. Среди восьмиразрядных микроконтроллеров в настоящее время наибольший интерес представляют микроконтроллеры серии AVR, что связано с их низкой стоимостью, доступностью качественных средств разработки, боль-

шого количества подготовленных специалистов по их поддержке, так как в той или иной степени изучают во многих технических вузах.

Довольно удачным примером разработки и применения ПЛК на базе микроконтроллеров серии AVR является открытый проект ARDUINO. Данный проект представляет собой типовую схему включения микроконтроллера с возможностью подключения внешних устройств на платах расширения (так называемых ШИЛЬДОВ), а также доступную систему разработки на базе языка Си, с большим количеством готовых библиотек. Достоинством, послужившим широкому распространению данного проекта, является открытость как схемных, так и программных решений. При этом открытость не отразилась негативно на коммерческой реализации ARDUINO подобных устройств. Похожий подход и даже схемные и программные решения могут быть использованы при проектировании ПЛК для малой автоматизации. Недостатком плат ARDUINO является отсутствие на них аппаратных средств согласования входных и выходных сигналов, а также средств реализации популярных промышленных протоколов, например RS485, что требует применения специализированных плат расширения, что усложняет конструкцию и снижает надежность.

На рисунке 2 приведена структурная схема ARDUINO подобного промышленного контроллера с интегрированными средствами согласования входных и выходных сигналов.



*Рис.2 – Структурная схема ПЛК*

Практическая реализация данного промышленного контроллера позволила получить ПЛК, отличающийся крайне низкой стоимостью

а, функциональные и технические параметры напротив не уступают дорогостоящим образцам, представленным выше.

Основной проблемой серийных ПЛК зарубежных фирм является попытка реализовать внутри контроллера собственную закрытую операционную систему реального времени, с возможностью конечного программирования, в том числе персоналом средней, а иногда и низкой степенью подготовки. Следует отметить, что в связи с повышением возможностей ПЛК, росла и сложность систем их программирования и отладки, что автоматически привело к повышению требований к подготовке обслуживающего персонала.

В связи с чем, если для программирования первых ПЛК часто применялись различные системы лестничного программирования, то для современных задач фактически применяется программирование на языке Си, либо подобном. При этом собственные (закрытые) операционные системы предоставляют широкие возможности для управления, и в целом упрощают труд программиста и разработчика, но одновременно с этим требуют для своей работы значительных ресурсов для работы ОС. В связи с этим применение подобных систем либо приводит к снижению технических параметров ПЛК (см. скорость отработки в таблице 1), либо существенно повышает стоимость изделия за счет применения дорогостоящих микроконтроллеров.

Применение разработанного в Донецком техническом университете ARDUINO подобного ПЛК позволяет разработчикам систем малой автоматизации, в зависимости от задачи и предпочтения разработчика применять произвольную систему разработки. В частности:

- Assembler (язык низкого уровня, для получения максимальных параметров быстродействия и полного использования возможностей микроконтроллера ПЛК)
- C, C++ (язык высокого уровня, для получения средних параметров быстродействия, полного использования возможностей микроконтроллера ПЛК)
- FreeRTOS (открытая многозадачная операционная система реального времени для встраиваемых систем. Программирование производится на языке Си. Применяется для получения средних параметров быстродействия, и возможности построения сложных систем управления на базе нескольких ПЛК)
- Arduino (Си подобный язык высокого уровня, для получения низких параметров быстродействия, но высокой скорости разработки систем управления ПЛК)

Практическая реализация данного ПЛК выполнена в габаритах де факто стандартного корпуса типа G477, BRT 80005-A1 или аналогич-

ного с монтажом под DIN рейку. В том числе с исполнением IP67. Разработанное устройство содержит в себе высокопроизводительный микроконтроллер типа ATmega-168. Схема устройства совместима с распространенными платами ARDUINO MINI. Для связи с внешними устройствами ПЛК оснащен интерфейсом RS485 с возможностью организации протокола обмена информацией MODBUS RTU и MODBUS ASCII. Кроме этого разработанный ПЛК содержит 8 входов для подключения аналоговых сигналов совместно с встроенными средствами защиты и корректировкой уровня, 8 входов для подключения цифровых сигналов с возможностью подключения контактных и бесконтактных датчиков и кнопок со временем реакции вплоть до 0,1 мкс, в зависимости организации программы. Кроме этого имеется три выходных электромагнитных реле, для управления мощными устройствами. Все цифровые входы и выходы сопровождаются светодиодной индикацией. Существуют модификации ПЛК с уменьшенным числом аналоговых входов, но подключенным внутренним символьным жидкокристаллическим индикатором. При этом разработанная конструкция для модификаций ПЛК с аналоговыми входами и индикатором такова, что используется единая печатная плата.

Применение разработанного в Донецком национальном техническом университете простого, недорогого ПЛК с открытой ARDUINO подобной схемой и использованием открытых средств разработки и поддержки проектов позволит внедрить системы малой автоматизации на предприятиях, где по условиям требований к рентабельности данные системы ранее не были доступны.

#### **Перечень ссылок**

1. Программирование на языке C для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю.А. Шпак. - К.: «МК-Пресс», 2006. – 400 с.
2. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера / Ю.В. Ревич. – 2-е изд., испр. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 352 с.