

## Круглый стол: О РАЗВИТИИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

### Журнал «Автоматизация в промышленности»

Развитие науки и техники оказывает влияние на все области деятельности человека, в том числе значимые изменения происходят в области автоматизации производств. Последние годы характеризуются бурным развитием информационных технологий, которые повлияли на архитектуру, модульность, состав коммуникационных средств, ПО контроллеров. В целом изменилась функциональность контроллеров. Эволюция средств и систем автоматизации привела к появлению технологии Industry 4.0, призванной создавать цифровые производства.

Прокомментировать ситуацию, сложившуюся на рынке программируемых контроллеров, а также рассказать о перспективах их развития редакция журнала «Автоматизация в промышленности» попросила экспертов, имеющих реальный опыт и знания в данной прикладной области.

Представляем участников виртуального круглого стола:

Алексеев Алексей Александрович – канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО «ЭМИКОН»;

Пахомов Дмитрий Андреевич – специалист компании Honeywell;

Попов Максим Вячеславович – архитектор ИТ и СКС технического отдела компании ПРОСОФТ;

Почуев Артем Петрович – менеджер по продвижению ООО «Мицубиси Электрик (РУС)»;

Сушков Сергей Иванович – заместитель заведующего отделом АСУТП, главный метролог АО «АтлантикТрансгазСистема»;

Тропин Анатолий Михайлович – руководитель службы технической поддержки по направлениям Rockwell Automation и Unitronics АО «Клинкманн СПб».

Ключевые слова: программируемые контроллеры, модули ввода/вывода, процессор, резервирование, Industry 4.0, алгоритмы, «интеллектуальные» функции, средства коммуникации.

#### **Как Вы оцениваете влияние развития информационных технологий на структуру и характеристики контроллеров?**

Сушков С. И. Развитие информационных технологий позволяет реализовывать новые типы структур объектов автоматизации, ранее недоступные в традиционном исполнении.

Так, базовой структурой систем линейной телемеханики является древовидная схема подключения ПЛК к базовому контроллеру уровня диспетчерского пункта (ДП) и/или пункта управления (ПУ) системы линейной телемеханики (СЛТМ). При этом существуют ограничения на скорость для приема данных на ПУ и подачи оперативных команд управления объектами СЛТМ. Во многом это определяется как числом уровней контроллеров СЛТМ, так и скоростными свойствами каналов связи. Скорость передачи данных, как правило, не выше 1200/9600 бит/с, что затрудняет реализацию сервисных функций для удаленного обслуживания объектов СЛТМ.

Применение в составе СЛТМ коммуникационного оборудования с IP каналами связи позволяет реализовать одноранговые системы (при расположении всех узлов на одном уровне) обмена данными на базе проводного Ethernet, волоконно-оптической связи, подключения через каналы сотовой связи GPRS и с использованием спутниковых каналов обмена

данными. Данный вариант исполнения был доступен ранее только для цеховых систем в ряде вариантов исполнения систем связи. Теперь подобные системы связи можно использовать и для СЛТМ. Несомненно, это приводит к необходимости изменения архитектуры контроллера СЛТМ для возможности поддержки указанных интерфейсов связи.

Также это позволяет строить распределенные системы управления на уровне СЛТМ с обменом данными между контроллерами в сети АСУТП.

Алексеев А. А. Отметим, что микропроцессоры, применяемые в модулях центрального контроллера и контроллерах ввода/вывода, становятся все мощнее. Все более гибким становится использование сетевых технологий как проводных, так и беспроводных. Все чаще используются резервированные каналы связи.

Тропин А. М. Влияние ИТ на самом деле значительное. Многие производители ПЛК используют оболочку на Unix OS. Сейчас не редкость тот случай, когда контроллеры могут записывать архивы данных без дополнительных средств в распространенные стандарты файлов на SD-карту или даже прямо на FTP-сервер. Опять же используются встроенные Web-серверы, которые позволяют отражать информацию о системе и управлять установкой. Еще 10 лет назад мы даже не могли думать обо всем этом.

Попов М. В. Проникновение алгоритмизации в сферу деятельности человека происходит достаточно ак-

*Мы живем в эпоху, когда расстояние от самых безумных фантазий до совершенно реальной действительности сокращается с невероятной быстротой.*

Максим Горький

тивно благодаря возможностям, которые дают новые информационные технологии и современные микроэлектронные компоненты. На данном этапе развитие электроники несколько опережает те задачи, которые ставятся перед современными контроллерами.

*Почуев А. П.* Рынок промышленной автоматизации достаточно консервативен, но, несмотря на это, развитие информационных технологий оказывает существенное влияние на принципы, схемы и методы реализации тех или иных задач в рамках САУ, хотя и с некоторым запаздыванием. На сегодняшний день ПЛК выполняют не только роль центрального звена системы автоматического управления, но и функции сбора, первичной обработки и передачи информации о протекающих процессах в системы верхнего уровня. Это вынуждает производителей расширять линейки ПЛК специализированными сетевыми решениями. Например, скорость современной цифровой передачи данных возросла настолько, что не имеет значение, где находится тот или иной модуль ввода/вывода: на единой шине ПЛК или удаленно — на расстоянии нескольких десятков, а то и сотен метров. Система управления становится территориально распределенной, при этом по единой линии связи передаются не только основные значения снимаемых параметров, но и широкий перечень дополнительной информации, например, диагностической. Это положительно сказывается как на конечной стоимости САУ, так и на удобстве ее обслуживания. С другой стороны, использование стандартных на сегодняшний день протоколов связи на базе Ethernet существенно упрощает интеграцию ПЛК, а следовательно, и самого объекта автоматизации в ИТ-инфраструктуру предприятия, что является необходимым критерием оценки соответствия принципам модели e-Factory (Industry 4.0).

*Пахомов Д. А.* Сегодня прослеживается тенденция открытых, но в то же время безопасных систем. Соответственно, основные вендоры активно внедряют в контроллеры элементы Industry 4.0, что в перспективе позволит безопасно связать «все со всем».

**В каком направлении идет развитие программного обеспечения контроллеров?**

*Почуев А. П.* На сегодняшний день можно выделить две тенденции: перераспределение интеллектуальных функций между различными составляющими САУ, а также усложнение алгоритмов встроенных функций самого ПЛК. Благодаря функциям самодиагностики интеллектуальных исполнительных устройств или сенсоров и цифровым линиям связи с ними оператор системы управления может с легкостью определить не только состояние сбоя, но и точно его локализовать

и понять причину его возникновения. Например, современные датчики давления способны диагностировать состояние измерительной мембраны и импульсных трубок, а вибродатчики способны одновременно диагностировать состояние подшипников и зубчатых колес в редукторе, точно указав не только на сам подшипник, близкий к выходу из строя, но и на его проблемное место, например, внутреннее кольцо или тело качения. Это существенно снижает нагрузку на ПЛК. В данном случае его задачами остаются лишь сбор информации и реакция на эти данные.

Непосредственно в ПЛК усложняются алгоритмы внутренних функций. Например, в алгоритмах функции ПИД-регулирования все чаще встречается нечеткая логика. Это позволяет существенно улучшить показатели работы контура регулирования, исключив колебательные процессы и минимизировав время установления. Что же касается самодиагностики ПЛК, то Mitsubishi Electric уже на протяжении двух десятилетий в рамках концепции e-Factory предлагает своим заказчикам расширенную функцию диагностики ПЛК с описанием не только самой проблемы и причин ее возникновения, но и методов ее устранения. Развитие этого направления является для компании Mitsubishi Electric одним из приоритетных.

*Алексеев А. А.* Общая тенденция в области развития модулей контроллеров ввода/вывода — это наличие в них «интеллекта» и использование последовательных интерфейсов для связи с центральным контроллером. Для «программирования» контроллеров ввода/вывода серий DCS-2000 и МКСО, выпускаемых компанией «ЭМИКОН», используется КОНФИГУРАТОР, позволяющий задавать для каждого модуля диапазон измерения, постоянную времени фильтрации входного сигнала, режим фиксации коротких входных дискретных сигналов, предустановленное состояние выходов модулей при потере связи с центральным контроллером и др.

Все модули ввода/вывода имеют встроенный микропроцессор, который обеспечивает полную самодиагностику как самого модуля, так и диагностику наличия объектового питания, диагностику целостности входных и выходных цепей (короткое замыкание, обрыв и т. д.), в некоторых случаях и диагностику датчиков.

*Сушков С. И.* В основном можно рассмотреть следующие направления развития ПО контроллеров.

1. Самодиагностика, включая:

- диагностику измерительных каналов (ТИ, ТР, ТС, ТУ и т. д.), подразумевая как состояние полевых цепей (обрыв, короткое замыкание), так и отказы самого модуля ввода/вывода (АЦП, ЦАП, формирователей ТС и ТУ и т. п.);
- диагностику ЦПУ и его периферии (ОЗУ, ЕПРОМ, часы реального времени, программируемые таймеры, система питания контроллера и т. д.);
- диагностику каналов связи с предоставлением информации об их состоянии, статистики обмена данными, объема трафика данных и т. д.

2. Самонастройка в основном актуальна для датчиков и прочих приборов, выполненных в законченном исполнении. Это вычислители расхода газа, счетчики электроэнергии и т.п. Как правило, самонастройка (в основном это касается адресации приборов) может быть реализована по проводным или беспроводным каналам связи с использованием традиционных радиоканалов или широкополосных каналов связи, например Wi-Fi. При этом применяются специализированные промышленные протоколы передачи данных. Особо нужно обращать внимание на защиту каналов связи и защиту доступа к контроллеру при использовании общественных каналов связи (GPRS, WIFI и т.д.).

*Тропин А. М.* Отмечу тенденцию на рынке ПО контроллеров к упрощению. Входной ценз в мир автоматизации становится ниже — освоить программирование ПЛК становится проще.

И второе. Сейчас многие компании выпускают ПО компаньоны, которые помогают ускорить построение системы — это и шаблоны проектов, и заготовки схем и архитектур. Многие операции выполняются на уровне конфигураторов.

*Пахомов Д. А.* ПЛК — консервативные устройства. Заказчику важны связка ПЛК+SCADA, диагностика «из коробки», интеграция проекта контроллера в SCADA-систему. Как правило, только крупные вендоры могут разработать такую комбинацию. Кроме того, в определенных приложения заказчик ожидает видеть в контроллерах поддержку резервирования, цифровых протоколов, HART+Asset Management Systems.

*Попов М. В.* На сегодняшний момент накоплен огромный опыт реализации различных задач автоматизации, многие из них доведены до совершенства, есть возможность использовать определенную базу знаний по управлению и создавать типовые решения. Современный контроллер обладает гибкостью и универсальностью при использовании таких типовых решений. Однако действительность диктует свои правила и победу в конкурентной борьбе чаще одерживают специализированные решения, часто разработанные под конкретные задачи с максимальной оптимизацией к заданным условиям.

***Расскажите о мерах, предпринимаемых для повышения надежности работы контроллеров и их связей с другими компонентами PCSU.***

*Почуев А. П.* Вопрос надежности оборудования — чрезвычайно сложный и многофакторный. Часть факторов, влияющих на надежность контроллеров, поддается контролю и управлению со стороны производителя. К ним относятся: качество инжиниринга, качество и надежность компонентов, используемых при изготовлении, качество сборки, жесткость выходного контроля и т.д. С другой стороны, существует целый ряд факторов, которые не поддаются контролю. В первую очередь к ним относятся факторы эксплуатационного характера. С первой группой факторов в большинстве случаев дела обстоят хоро-

шо, например, Mitsubishi Electric осуществляет жесткий контроль на всех этапах производства, начиная от самостоятельной разработки микросхем и силовых компонентов, заканчивая 100% выходным контролем и детальным изучением этих редких образцов оборудования, вышедших из строя при эксплуатации. Со второй группой факторов все сложнее.

Производители практически не в состоянии влиять на те условия, в которых конечный пользователь будет эксплуатировать оборудование. Существует всего два пути: на этапе разработки предугадать негативные факторы, принять превентивные меры и мотивировать конечных пользователей эксплуатировать оборудование согласно предписанию, например, условиями гарантии.

Если же рассматривать поставленный вопрос с точки зрения системной надежности, то у производителей есть целый ряд инструментов, направленных на минимизацию сбоев системы управления в целом. Для оценки необходимости принятия каких-либо мер можно оперировать понятием риска, которое в простейшем варианте определяется как произведение величины возможного ущерба от негативного фактора или сбоя на вероятность его наступления. Вероятность сбоя для каждой отдельной единицы оборудования является величиной постоянной, поэтому если полученные риски неприемлемо высоки, следует либо прибегать к схемам резервирования, либо переходить на оборудование с лучшими показателями надежности. Например, если объект автоматизации имеет нестабильное электропитание, следует использовать решения с резервированием питания, так как останов САУ по сбою питания недопустим. Если на объекте автоматизации уровень напряженности электромагнитного поля настолько велик, что передача данных по проводам сопряжена с большим процентом потерь пакетов данных, следует переходить на волоконно-оптические линии связи, которые невосприимчивы к электромагнитному излучению. Если оборудование работает в среде с повышенным содержанием агрессивных газов, следует использовать специализированные версии модулей с соответствующим лаковым покрытием, стойким к такой среде. Таким образом, повышение надежности оборудования — это результат совместных усилий как производителей компонентов САУ, так и инженерных компаний, которые создают решения, удовлетворяющие заданным показателям надежности.

*Алексеев А. А.* В контроллерах ввода/вывода, выпускаемых фирмой "ЭМИКОН", используются резервированное питание модулей (24 В) и резервированные информационные каналы для связи с центральным контроллером. Топология сети контроллеров ввода/вывода — "дублированное кольцо". Это обеспечивает высокую надежность и "живу-



честь" систем автоматизации на базе наших контроллеров.

*Тропин А. М.* Многие вендоры сейчас выпускают линейки с поддержкой стандартов промышленной безопасности SIL. Входная планка в «мир SIL» с каждым годом опускается ниже. Также у любого крупного производителя есть резервированные системы. В настоящее время дублирование осуществляется как на уровне ЦПУ, каналов ввода/вывода, так и коммуникаций.

*Сушков С. И.* Все правильно. В основном можно рассмотреть резервирование: контроллера в целом; модулей ввода/вывода данных, блоков контроллера с ЦПУ и источников питания. Выбор конкретного метода определяется структурой объекта автоматизации, территориальным распределением узлов СЛТМ и условиями эксплуатации контроллеров.

Резервирование системы связи с РСУ в основном возлагается на коммуникационное оборудование. Тем не менее в ряде случаев проводится прокладка резервных каналов связи в составе СЛТМ. Для повышения надежности каждый из каналов связи может использовать свой интерфейс и протокол обмена. Например, одна из линий связи может использовать высокоскоростной Ethernet, а резервная — последовательный интерфейс. Это же касается и выбора протоколов обмена данными для каждой линии связи.

*Пахомов Д. А.* Надежность — в современном мире понятие относительное. Все серийные компоненты электроники обладают примерно одинаковой степенью надежности. В этой ситуации на первое место выходит стабильность ПО. А это очень сильно зависит от вендора. Low-end игроки никогда не смогут обеспечить тот же уровень культуры разработки ПО как High-end игроки.

*Попов М. В.* Надежность работы контроллера нужно рассматривать в разных аспектах. Это надежность функционирования физических компонентов самого контроллера, надежность системного ПО и верность реализации прикладного ПО. С современных условиях нужно помнить о стойкости контроллера и системы автоматизации, построенной с использованием контроллера, к внешним информационным воздействиям. Данный аспект является новым и его появление связано, прежде всего, с изменением в архитектурных решениях систем автоматизации и включением их в глобальные общедоступные информационные сети.

**Что можно сказать о развитии модульного построения контроллеров и блоков ввода/вывода?**

*Алексеев А. А.* В последнее время наметилась тенденция применения малоканальных модулей ввода/вывода, совмещенных с объектовыми клеммниками. При этом функциональность модулей ввода/вывода все расширяется, уменьшая, тем самым, необходимость применения дополнительных устройств в шкафах УСО, таких как барьеры искробезопасности, нормирующие преобразователи, промежуточные реле и т. д.

Контроллеры ввода/вывода серии МКСО, разработанные компанией «ЭМИКОН», обеспечивают обработку всех необходимых типов входных сигналов систем автоматизации (включая искробезопасные) и формирование всех необходимых типов выходных сигналов (включая искробезопасные). При этом обеспечивается требуемый уровень защиты модулей ввода/вывода от воздействий импульсных перенапряжений.

Модули ввода/вывода устанавливаются в каркас, содержащий кроссовую плату с объектовыми клеммниками. Таким образом обеспечивается непосредственное подключение сигналов от объектовых кабелей системы автоматизации к модулям ввода/вывода. Такое построение контроллера позволяет минимизировать внутришкафной монтаж, так как при использовании контроллеров серии МКСО в шкафах УСО нет необходимости в установке каких-либо дополнительных устройств.

Кроме того, за счет типизации схемотехнических и конструктивных решений существенно упрощается разработка систем автоматизации, и сокращаются сроки изготовления шкафов УСО (в 3...5 раз в сравнении с традиционными контроллерами ввода/вывода).

*Почуев А. П.* Модульная архитектура построения ПЛК является наиболее гибкой, пользователь может использовать вложения своих ресурсов максимально эффективно, не переплачивая за ненужные функции. Поэтому даже классический моноблочный ПЛК Mitsubishi Electric FX5U имеет целый набор дополнительных модулей расширения, что не в последнюю очередь определило популярность этой платформы автоматизации во всем мире. И число возможных модулей будет только расти.

*Сушков С. И.* Типовыми конфигурациями структуры контроллеров являются:

1. Структура контроллера с одной специализированной платой ввода/вывода ТИ, ТС, ТУ, ТР и т. д. Для данного варианта нет возможности расширения типа и числа каналов ввода/вывода. В ряде случаев предусмотрена возможность установки дополнительных плат, но их число, как правило, не превышает 1...2 ед. Это объясняется габаритами самого прибора и возможностью подключения этих каналов к прибору через кабельные вводы.

2. Контроллер традиционной архитектуры с так называемой фиксированной структурой по числу и типу плат ввода/вывода. Число плат ввода/вывода определяется числом слотов (разъемов на кросс-плате шины контроллера). При этом поддерживаемые типы каналов ввода/вывода определяются системным ПО платы ЦПУ контроллера.

3. Контроллер с расширяемой кросс-платой. В данном варианте кросс-плата может наращиваться для подключения новых модулей ввода/вывода. В зависимости от протокола шины типы плат могут быть фиксированы и определяются системным ПО платы ЦПУ контроллера. Но существует и альтернатива. При разработке модуля ввода/вывода под него разрабатыва-

ется и колодка подключения для наращивания кросс-платы. При этом очень важна стандартизация перечня переменных (с адресацией параметров) в структуре протокола обмена шины контроллера для обеспечения подключения модуля с новым типом без перезагрузки системного ПО ЦПУ контроллера. В данном случае модуль ввода/вывода и его колодка подключения выступают как микро контроллер для передачи данных на уровне шины основного контроллера.

4. Использование удаленных модулей ввода/вывода, подключаемых по сетевому интерфейсу к основному контроллеру. Это может быть как один модуль, так и блок модулей в единой корзине (шасси) со своей кросс платой. Например, подключение модулей ввода/вывода по IP интерфейсу с резервированием по последовательному каналу связи RS-232/485 с использованием протокола Modbus или иного другого.

Для любого варианта исполнения интерес представляет подход к построению самого модуля ввода/вывода. Для примера рассмотрим следующие варианты исполнения:

- а) модули с фиксированным числом каналов ввода/вывода того или иного типа;
- б) модули со смешанными каналами ввода/вывода с возможностью или без конфигурирования их типа аппаратными средствами;
- в) модули со смешанными каналами ввода/вывода и возможностью конфигурирования их типа через программный интерфейс.

Достоинство варианта а — высокая плотность каналов на один модуль. Но такой вариант может привести к избыточности использования слотов в контроллере. Достоинство варианта б — использование разных каналов на один модуль. Конфигурирование типа входа/выхода выполняется переключками на модуле ввода/вывода. Кроме того, высокая плотность каналов на один модуль при учете объема автоматизации уменьшает число задействованных слотов в контроллере и увеличивает резерв для дальнейшего расширения. Достоинство варианта в — возможность конфигурирования типа входов/выходов программным инструментарием и, в том числе удаленно с уровня ДП СЛТМ.

Выбор конкретного варианта определяется структурой системы, климатическими условиями эксплуатации и габаритными размерами контроллера для установки в шкафах оборудования СЛТМ. Все варианты жизнеспособны и имеют свое перспективное направление для использования в системах автоматизации.

Возвращаясь к типовым конфигурациям структуры контроллеров, отметим, что для работы ПЛК с датчиковой аппаратурой подходит вариант 1, так как при этом решаются узкоспециализированные функции и система имеет компактные размеры для возможности установки в условиях окружающей среды с исполнением в корпусе соответствующем среде с заданным классом защиты. Для СЛТМ подходят ва-

рианты 2 и 4. Вариант 3, как правило, не всегда применим в составе СЛТМ, так как большое число соединений частей кросс-плат и модулей ввода/вывода снижает надежность работы в условиях окружающей среды или блок-контейнерах установки оборудования СЛТМ. Этот вариант применяется в основном в САУ промышленных объектов автоматизации, работающих в так называемых тепличных условиях.

Вариант 4 интересен тем, что позволяет реализовать распределенные алгоритмы управления для СЛТМ с локализацией управления частью объекта автоматизации на одном контролируемом пункте, включая управление соседними контролируемыми пунктами телемеханики. Это сокращает издержки на программирование контроллеров и разработку системы отображения данных уровня ДП предприятия. Также снимается и вопрос обмена данными между контроллерами соседних контролируемых пунктов СЛТМ для организации автоматизированных алгоритмов запуска и приема очистного устройства магистрального трубопровода.

*Тропин А. М.* Модульность применима на рынке России, только начиная от средних систем. Цена, как правило, играет важнейшую роль и поэтому для построения маленьких систем используются контроллеры со встроенными точками ввода/вывода на борту. С другой стороны, если мы говорим о средних и крупных системах, то, конечно же, модульность нужна. Производители ПЛК зачастую предлагают различные уровни линеек расширения, чтобы покрыть нужды большего числа клиентов.

*Пахомов Д. А.* Модульность и способность строить большие масштабируемые распределенные системы из стандартных компонентов очень важны для заказчиков. В данном вопросе на первый план выходит поддержка цифровых полевых протоколов (Profibus, Ethernet IP, EtherCAT и др.).

*Попов М. В.* Модульный подход при построении контроллеров и его компонентов выгодно отличается от варианта специализированных решений. Но при этом встает вопрос стандартизации, вопрос стабильности решений и их взаимной совместимости при переходе на новые версии аппаратного и программного обеспечения. Очень часто проблемы совместимости приходится решать на программном уровне, добавляя новые модули. Для прикладного ПО перспективным будет использование кроссплатформенных решений, по аналогии с разработкой ПО для различного рода устройств. Многочисленные типы контроллеров хоть и имеют похожую структуру, но, например, программный компонент оптимизации настроек системы регулирования нельзя просто перенести и использовать на другом контроллере, а если этот компонент будет изначально создан на основе кроссплатформенной технологии, то его компиляция для различных устройств не будет представлять большого труда.

**Расскажите о будущем контроллеров как части «электронного предприятия».**

*Почуев А. П.* Контроллер как единица построения САУ останется, но его роль будет переосмыслена, а некоторые функции перераспределены. С одной стороны, к стандартной функции автоматического управления добавится необходимость осуществления сбора, первичной обработки и передачи большого объема данных от «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов в системы управления верхнего уровня; с другой — многие функции будут перенесены на полевой уровень. Это потребует развития сетевых возможностей ПЛК, которые станут неотъемлемой частью ИТ-инфраструктуры предприятия в целом. По этой причине вопрос ИТ-безопасности системы автоматизации и всего предприятия будет выведен на новый уровень, что приведет к развитию целой отрасли компаний, оказывающих консалтинговые услуги в сфере анализа рисков и методов борьбы с угрозами из сферы ИТ.

*Попов М. В.* С появлением понятия Industry 4.0 на первый план вышла задача объединить различные по структуре, назначению и функциям устройства в единую сеть. И не только объединить, но и обеспечить взаимодействие всех компонентов с их индивидуальными алгоритмами, строить зависимости, управлять потоками данных. Появляется совершенно новый тип устройств, который можно называть информационными шлюзами, посредством которых компоненты Industry 4.0 могут обмениваться информацией и иметь общее подключение к облачным сервисам. На уровень шлюза можно переносить задачи координации взаимодействия между устройствами. Рутинные задачи автоматизации решаются, как и раньше на локальном уровне, а на внешний контур поднимается только информация для статистики и контроля ТП целом. В данный подход к построению систем автоматизации очень хорошо укладывается концепция использования специализированных устройств с открытой программной архитектурой.

На рынке уже есть готовые решения, которые удобно использовать с предлагаемыми сценариями, но больший интерес притягивают компании, предоставляющие надежные компоненты и устройства для систем автоматизации, открытые для разработчиков. Если обратиться к перечню устройств, которые получили сертификацию применения по технологиям IoT Microsoft, то там можно выделить такие популярные бренды, как Advantech, Adlink, Eurotech, iBASE и IEI.

*Пахомов Д. А.* Промышленная автоматизация — довольно консервативная область. Поэтому ожидать стремительного роста интереса заказчиков к технологиям Industry 4.0 не приходится. При этом сегодня существуют большое число программных решений, которые позволяют реализовать «электронное предприятие» на базе традиционных ПЛК. Но развитие невозможно остановить. Рано или поздно технологии Industry 4.0 станут неотъемлемой частью любого ПЛК. Уже сегодня основные вендоры внедряют в контроллеры элементы Industry 4.0, в первую очередь это протоколы передачи данных.

*Сушков С. И.* Если рассматривать этапы развития систем автоматизации, то отправной точкой можно считать создание станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и компьютеров подготовки данных для станков с ЧПУ, в том числе и обработки результатов работы предприятия, например, оценку процента выхода годных изделий.

В свое время данная технология позволила существенно ускорить производственный цикл предприятия. Однако и нагрузка на технический персонал возросла. Требовались квалифицированные кадры для создания технологических схем процесса обработки изделий на станках с ЧПУ.

В дальнейшем объем данных возрастал. Обработку и подготовку задания для ТП возложили на ПЭВМ. Встал вопрос об оборудовании для управления ТП. Как результат, появились контроллеры уровня ТП для выполнения заданных функций.

Применение ПЛК не ограничилось сосредоточенными объектами автоматизации. ПЛК стали широко применяться в автоматизации распределенных объектов.

Расширяются сферы применения ПЛК. Сегодня это, в частности, газотранспортная, газодобывающая и газораспределительная сферы промышленности. Круг задач ПЛК уже не ограничивается передачей оперативной информации по каналам ввода/вывода и приемом команд управления от ДП предприятия. По нашим оценкам, на уровень ПЛК уже возложено до 70% объема информации СЛТМ со стороны вспомогательных и обеспечивающих систем, таких как учет расхода газа, прием данных со счетчиков электроэнергии. Кроме того, ПЛК выполняют специфические функции обработки данных в зависимости от типа периферийного оборудования системы автоматизации.

Помимо ПЛК параллельно развивалось и направление промышленных ПК, так же оснащенных платами ввода/вывода. Но есть различие между ними, которое заключается в основном в языках программирования тех или иных задач и климатическом исполнении. ПЛК программируются с использованием промышленных ОС, которые не допускают отказа программного ядра в условиях эксплуатации. Эта функция заложена в ОС ПЛК для предотвращения ошибок при программировании задач и зависания ЦПУ ПЛК в режиме реального времени. Также имеет значение и возможность работы ЦПУ и его периферии в энергосберегающем режиме. Есть и ограничения на перечень команд в языке программирования. Например, по стандарту IEC для ОС ProControl отсутствуют операции с указателями адресации переменных. Это приводит к ограничению гибкости программирования ПЛК, но позволяет исключить ошибки программирования. При этом обслуживающий и технический персонал объекта автоматизации имеет возможность быстро осваивать особенности работы и/или программирования ПЛК, так как от него не требуется глубокого знания основ языков программирования и архитектуры процессора ПЛК.



В отличие от ПЛК промышленные ПК могут программироваться на более низком уровне (например С, С++ и т.п.). Это придает гибкость промышленным ПК с точки зрения обработки данных. Но это и снижает надежность ПО ПК. Всегда есть вероятность ошибки программирования и зависания ПО ПК. На уровне сбора данных и передачи команд на исполнительные механизмы подобные ошибки должны быть сведены к нулю.

В силу этого ПЛК прочно заняли место на нижнем уровне систем автоматизации. При этом не стоит рассматривать ПЛК как «тупой» ретранслятор данных и систему подачи команд на исполнительные механизмы. На современном этапе развития спектр задач ПЛК расширен вплоть до предварительного анализа данных и, например, подготовки данных для дальнейшей обработки в системах компьютерного моделирования ТП.

Конечно, для такой задачи можно было бы использовать промышленные ПК, но нужно понимать, что промышленные ПК не всегда могут функционировать в жестких условиях эксплуатации, а также то, что надежность измерений и предварительной обработки данных становится существенным доводом для применения ПЛК.

Высокая скорость обработки данных по каналам ввода/вывода у ПЛК снимает проблему задер-

жек в каналах связи для передачи собранных блоков данных на уровень аналитической системы предприятия.

Таким образом, роль ПЛК и их функциональность будет все более и более расширяться. ПЛК всегда останутся неотъемлемой частью системы управления предприятием и его ТП. Не меньшую роль играет и то, что при наличии высокоскоростных каналов связи часто отпадает необходимость выезда оперативного персонала на удаленные объекты СЛТМ, так как функции диагностики, настройки и обновления ПО ПЛК можно выполнять удалено, например, с уровня ДП СЛТМ.

*Тропин А. М.* Контроллеры продолжают внедрение в концепцию Industry 4.0, они будут как «шестеренки» в большой единой машине. Возможно, частично поменяется принцип или концепция ПЛК, но все равно они останутся важной составляющей «электронного предприятия» и мира будущего.

*Редакция благодарит экспертов за участие в обсуждении и желает всем творческих успехов.*

*Эволюция средств и систем автоматизации продолжается. ПЛК — один из ключевых компонентов промышленной автоматизации, за развитием функциональности и изменением характеристик которого мы будем пристально следить на страницах журнала.*

*Контактный телефон (495) 334-91-30.*

## О КОНТРОЛЛЕРАХ БУДУЩЕГО И НАСТОЯЩЕГО

**А.А. Чуприянов (ТМ ONI)**

*Показано влияние развития современных ИТ на конструктивные, вычислительные, коммуникационные и надежные характеристики ПЛК. Выделены перспективнее направления развития рынка контроллеров.*

*Ключевые слова: ПЛК, блоки ввода/вывода, отказоустойчивость, открытый код, интеграция.*

Благодаря развитию информационных технологий современные контроллеры получили гибкую топологию. Это означает, что их открытая физическая архитектура позволяет безгранично расширять функции ввода/вывода и управления. Некоторые модели контроллеров позволяют изменять и наращивать центральный процессор без вмешательства в модули ввода/вывода, а с другой стороны, позволяют производить горячую замену модулей ввода/вывода. Факт того, что конструкция контроллеров создана на базе небольшого компьютера с предлагаемым на рынке ПО, означает, что усовершенствование конструкции небольшого компьютера позволит в лучшую сторону изменить контроллеры. Оснащение компьютера более быстрым процессором, более высокой скоростью передачи данных, более высокими вычислительными способностями, большим объемом памяти, энергосберегающими свойствами и пр. делает их контроллерами будущего и настоящего.

Также в связи с развитием концепции Industry 4.0 и возможностью доступа к данным контроллеров

из внешних сетей, все более острой темой становится верификация целостности проектов ПЛК и обеспечение бесперебойного и безопасного функционирования системы автоматизации. Все это отражается на структуре контроллеров: появляется все большее число сетевых интерфейсов и протоколов обмена данными, растут скорости межсетевых обмена, которые уже сейчас сопоставимы со скоростью обработки информации внутри самих ПЛК. Появляются серверные модули сбора и передачи данных в облако. Внедряются системы защиты доступа к данным ПЛК с помощью цифровых подписей и скрипт шифрования. Также производители оборудования все больше уделяют внимание модулям расширения ПЛК со встроенными барьерами искрозащиты и отказоустойчивым системам.

### **О развитии программного обеспечения контроллеров**

В сфере ПО для ПЛК существует соответствующее понятие — ПО с открытым кодом. Использование идеологии открытых систем дает возможность разроз-