

EXPERION PKS – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

А.Ф. Доброскокин, С.А. Мезенцева, О.П. Филатов (ЗАО "Хоневелл")

Представлена распределенная система управления Experion PKS корпорации Honeywell. Рассматриваются принципы построения, архитектура, функциональные возможности, пользовательский интерфейс. Приведены примеры применения системы в промышленной автоматизации, обсуждаются перспективы развития.

Ключевые слова: распределенная система управления, контроллер, цифровой интерфейс, ПАЗ, беспроводные технологии, открытая система, информационная безопасность, виртуализация, единая операторная.

Введение

Система управления Experion PKS (EPKS) — высокотехнологичное решение корпорации Honeywell для автоматизации ТП, разработанное с применением многолетнего опыта создания РСУ.

Платформа EPKS — это интегрированное, гибкое и открытое решение, предназначенное для автоматизации крупных распределенных технологических комплексов, а также небольших производств. В зависимости от масштаба решаемых задач могут быть использованы решения Experion HS/LS/PKS.

Платформа EPKS была анонсирована корпорацией Honeywell в 2002 г. и стала преемницей систем TPS и Plantscape. В отличие от предшествующих систем и их аналогов EPKS разрабатывалась как многоуровневая платформа для решения комплекса задач — от ПИД-регулирования и логических блокировок до составления расписаний и оптимизации ТП. Именно поэтому в состав платформы входят дополнительные инструменты для сбора, обработки и представления информации, диагностики и анализа работы оборудования, усовершенствованного управления ТП и др.

Структура настоящей статьи такова: в первом разделе освещена архитектура EPKS и ее основные компоненты, во втором рассматривается ПО системы, в третьем обсуждаются принципы ее развития, и, наконец, в четвертом — приводятся примеры успешного внедрения EPKS в России и в мире.

Архитектура EPKS

Многоуровневая архитектура платформы EPKS (см. рис. на вкладке) включает уровни: АСУТП (базовые средства автоматизации); усовершенствованного управления и оптимизации; бизнес-приложений.

Рассмотрим компоненты уровня АСУТП: отказоустойчивую сеть FTE, линейку контроллеров для различных применений, серверы и станции, беспроводные решения, ПО и отдельные дополнительные компоненты системы.

Уровни усовершенствованного управления и бизнес-приложений будут подробно рассмотрены в [1].

Платформа EPKS строится по принципу отсутствия "единой точки отказа", т.е. узла, отказ которого

приведет не только к выходу из строя других компонентов системы, но и потере функциональности. Для повышения надежности EPKS предусматривает возможность резервирования всех компонентов системы.

Сеть "Отказоустойчивый Ethernet" (FTE)

Отказоустойчивая сеть FTE — это артерия EPKS, предназначенная для связи устройств на уровне АСУТП. Данная сеть разработана корпорацией Honeywell для промышленного применения на базе стандартного Ethernet. Существует ряд характеристик и требований, на базе которых строго разделяются информационные сети предприятия и сети для управления процессом (PCN). Основной задачей сети PCN является обеспечение отказоустойчивого взаимодействия между различными узлами на уровне АСУТП. Сеть FTE обладает указанными характеристиками, а также обеспечивает расширенную диагностику для оперативного поиска и устранения неисправностей. Кроме того, за счет применения технологии Ethernet и, как следствие, использования стандартного оборудования данная сеть является высокоскоростной, поддерживает подключение любых сторонних устройств с помощью Ethernet, характеризуется низкой стоимостью владения и легкостью обслуживания, так как не требует от пользователя глубоких специализированных знаний и навыков.

Решение OneWireless

OneWireless — это решение корпорации Honeywell по применению беспроводных технологий в промышленности (рис. 1, 2), поддерживающее одновременную передачу информации по различным протоколам (HART, Modbus, Fieldbus). В то же время оно позволяет подключать узлы посредством проводного Ethernet и Wi-Fi.

OneWireless основано на стандартах ISA100.11a и IEEE 802.11 a/b/g. Архитектура OneWireless представляет собой сеть типа Mesh и строится на следующих основных компонентах: менеджер беспроводных устройств WDM, точка доступа полевых устройств FDAP и базовые станции Multinode. Все оборудование для организации сети Mesh выполнено во взрывозащищенном исполнении с расширенным температурным диапазоном эксплуатации.



Рис. 1. Беспроводные решения на базе Honeywell OneWireless

Архитектура OneWireless

Honeywell

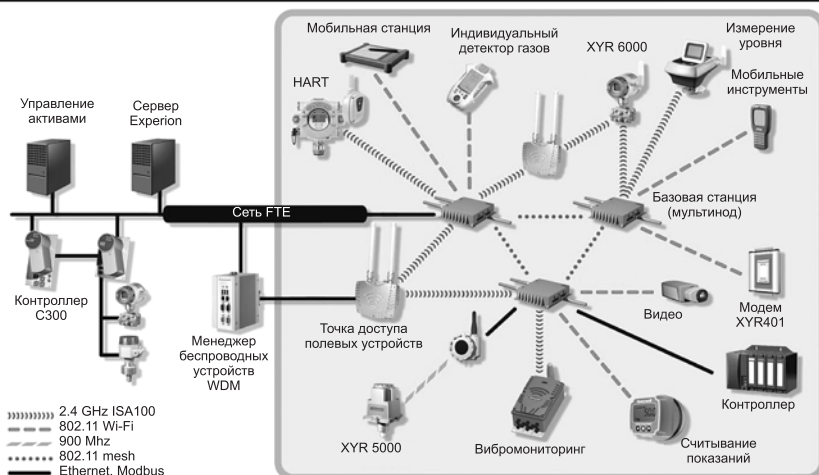


Рис. 2. Единое беспроводное решение OneWireless

В зависимости от решаемых задач инфраструктура OneWireless может быть построена либо только для подключения полевых устройств, либо для функционально-расширенных применений. Для обеспечения устойчивого покрытия организуется сеть из базовых станций и точек доступа полевых устройств, используемых в качестве ретрансляторов сигнала. Такое решение не только предоставляет несколько маршрутов для передачи сигнала в сети, но и снижает нагрузку на сами полевые преобразователи, освобождает батарею от дополнительных энергозатрат, что существенно продлевает срок ее службы. Тем не менее, архитектура OneWireless допускает использование самих полевых преобразователей в качестве ретрансляторов для передачи сигнала. В каждом конкретном случае инфраструктура определяется по результатам проведенных на площадке исследований. Сеть OneWireless обладает хорошей масштабируемостью: на начальном этапе сеть может работать с несколькими беспроводными полевыми преобразователями, а в дальнейшем может быть расширена до нескольких тысяч подобных устройств.

Несмотря на ряд существенных преимуществ, применение беспроводных технологий в настоящее время ограничено. Согласно стандарту ISA100.11a данная технология не может быть использована в системах ПАЗ и замкнутых контурах автоматического регулирования с быстрым периодом работы (классы 0 и 1 соответственно). Кроме того, актуальной проблемой является вопрос бесперебойного энергоснабжения беспроводных устройств. Отметим, что выход из строя батареи устройства во время работы технологического объекта недопустим, так как это может привести к самым нежелательным последствиям. Именно поэтому стандарт ISA100.11a жестко определяет требования к времени автономной работы, а также дополнительные требования к контролю состояния питающего элемента. Решение OneWireless не только обеспечивает возможность мониторинга состояния и диагностики беспроводных полевых преобразовате-

лей, но и обеспечивает их бесперебойную работу от одного питающего элемента до 10 лет.

Еще одним слабым местом беспроводных решений является обеспечение безопасности как с физической, так и с информационной точек зрения. OneWireless использует различные технологии для обеспечения требуемого уровня защиты: метод расширенного спектра передачи данных, 128-битное шифрование, WPA2 и AES.

Беспроводные промышленные сети сложнее по сравнению со стандартными проводными сетями и требуют специализированных знаний и навыков для их обслуживания и поддержки. Данный факт на практике создает дополнительные барьеры при их внедрении.

Решение OneWireless [2] корпорации Honeywell в настоящее время позволяет подключать следующие узлы: серию беспроводных полевых преобразователей XYR6000, устройства HART, контроллеры, беспроводной радарный уровнемер, беспроводной считыватель показаний манометров, беспроводную систему вибромониторинга ЕНМ, беспроводной портативный газовый детектор, мобильную станцию оператора, терминал сбора данных, фото- и видеокамеры, а также любые другие устройства на базе стандарта ISA100.11a. Кроме того, на базе OneWireless корпорация Honeywell предлагает решения с использованием системы мгновенного определения местоположения HILS.

Контроллер C300

Инновационный контроллер C300 был выпущен на рынок в 2005 г. (рис. 3). Его основное отличие от существующих контроллеров — форм-фактор модулей серии С, разработанных для независимой вертикальной компоновки внутри шкафа. Такое решение позволило существенно повысить (до 30%) плотность сигналов на один шкаф и обеспечить эффективный тепловой режим эксплуатации оборудования за счет естественных конвекционных потоков внутри шкафа. Кроме того, предложенная архитектура модулей серии С позволила преодолеть проблему "единичной точки отказа", свойственную традиционному решению на базе каркаса или шасси.

Модуль контроллера C300 имеет расширенную функциональность. В нем реализованы функции управляющего процессора для обработки алгоритмов, модуля резервирования, коммуникационных модулей супервизорной сети FTE и двух независимых сетей для подключения модулей ввода/вывода. Принимая во внимание снижение общего числа компонентов, отметим более высокую надежность предложенного технического решения.

Резервированная система питания может быть дополнительно укомплектована аккумуляторной батареей,

ей, обеспечивающей работу шкафа в течение 30 минут. При этом ни источники питания, ни батарея не занимают полезного пространства внутри шкафа. Кроме того, распределение питания 24В интегрировано в конструктивные элементы для монтажа компонентов контроллера. За счет использования современной элементной базы при создании модулей серии С было достигнуто существенное снижение энергопотребления.

Производительность контроллера С300 возросла в 1,5 раза по сравнению с контроллером С200. Важно при этом, что резервирование не влияет на производительность контроллера, работающего под управлением ОС РВ – СЕЕ. С300 рассчитан на подключение до 64 модулей ввода/вывода, что в среднем составляет порядка 1800 полевых сигналов.

Линейка модулей входов/выходов с поддержкой резервирования обеспечивает подключение различных полевых сигналов. В составе системы имеются специализированные дискретные модули типа DISOE для регистрации событий с частотой до 1 мс.

Для организации искробезопасных цепей в С300 предусмотрены специализированные терминальные панели. В этом случае барьеры производства компании MTL устанавливаются вместе с модулями ввода/вывода серии С непосредственно на саму терминальную панель. В результате исключается необходимость в подключении дополнительных кроссовых кабелей между барьерами и клеммниками модулей, что исключает ошибки в подключениях и снижает объем необходимой кабельной продукции. Также возможно подключение барьеров производства компании Pepperl+Fuchs и других производителей на выносных терминальных панелях посредством специализированных заводских кабелей.

Помимо модулей серии С к контроллеру С300 могут быть подключены и модули линейки РМЮ в составе систем ТДС и ТРС, а также традиционные модули серии А.

Для удобства обслуживания и первичной диагностики работы контроллера на его передней панели предусмотрены индикаторы статуса и экран для отображения более детальной информации.

Поддержка цифровых интерфейсов

С каждым годом число внедрений цифровых интерфейсов в АСУТП увеличивается. Их возрастающая популярность обусловлена как техническими, так и экономическими причинами. Цифровые интерфейсы позволяют снизить погрешность измерительного и управляющего каналов, обеспечивают получение дополнительной диагностической информации

от устройства, а также предоставляют возможности для его удаленной настройки и калибровки. Наиболее востребованным на рынке цифровым интерфейсом в настоящее время является HART. Его основным преимуществом является легкость внедрения, так как для передачи сигнала используются существующие кабели аналоговых сигналов 4...20 мА. Данный интерфейс позволяет получать расширенную диагностическую информацию о работе полевого устройства, а также выполнять его конфигурирование.

Из недостатков можно отметить более длительные периоды обновления данных по сравнению с аналоговым сигналом. Отличительной особенностью применяемого в ЕРКС модуля аналогового ввода серии С с поддержкой HART является использование четырех модемов, что позволяет существенно снизить задержку при передаче сигнала. Таким образом, данные сигналы могут быть использованы и в отдельных быстрых контурах регулирования.

Отличительной чертой применения интерфейса Foundation Fieldbus является возможность построения алгоритмов управления без использования контроллера. В этом случае алгоритмы загружаются непосредственно в устройства, что обеспечивает их распределенную обработку. Для поддержки данного интерфейса в составе ЕРКС имеется специализированный модуль с возможностью резервирования, к которому подключаются до четырех независимых сегментов сети. Стоит отметить, что благодаря своей топологии, полевая шина Foundation Fieldbus позволяет снизить количество кабельной продукции для подключения устройств.

В отдельных отраслях промышленности широкое распространение получил протокол Profibus. Для подключения частотных преобразователей и интеграции локальных сторонних систем по протоколу Profibus в составе платформы ЕРКС предусмотрен специализированный модуль с поддержкой резервирования и возможностью подключения двух сегментов сети.

Оба интерфейсных модуля Fieldbus и Profibus подключаются к управляющей сети FTE посредством аппаратного Control Firewall. Конфигурирование модулей, как и самого контроллера С300, осуществляется с помощью инженерного пакета Control Builder.

Управление турбинами на базе контроллера С300

Контроллер С300 может быть использован для решения задачи управления турбинами, для чего в него загружается высокоскоростная прошивка СЕЕ. В составе платформы имеются дополнительные специализированные модули ввода/вывода SPM и SVPM, включающие отдельные процессоры для быстрой обработки алгоритмов регулирования и защиты. Цикл обработки модуля SPM, реализующего алгоритмы защитных блокировок, может достигать 2,5 мс. Модуль



Рис. 3. Компоновка шкафа с контроллером С300



Рис. 4. Контроллер HC900 и операторская панель

SVPM предназначен для обработки алгоритмов регулирования с циклом до 5 мс. Отметим, что контроллер С300 с высокоскоростной прошивкой может быть резервированным. Применение контроллера С300 для решения задачи управления турбинами дает следующие преимущества:

- используется единая аппаратная платформа контроллера, что упрощает эксплуатацию оборудования, сокращает номенклатуру и число запасных частей;
- реализуется единая среда программирования контроллеров;
- алгоритмы управления турбинами могут быть совмещены с другими алгоритмами в одном контроллере.

Контроллер HC900

При построении небольших PCS компания Honeywell предлагает контроллер HC900 (рис. 4) и оптимизированный для работы с ним пакет Experion HS.

Архитектура контроллера HC900 отличается от архитектуры аналогичных продуктов для АСУТП малого и среднего масштаба. В отличие, например, от ПЛК, работающих циклически, HC900 выполняет свою программу в многозадачной операционной среде, где каждый из алгоритмов представлен отдельным приложением. При таком подходе циклы выполнения аналоговых и дискретных алгоритмов различны (например, 250 мс и 27 мс соответственно), при этом оба цикла гарантированы. Благодаря работе сервисных алгоритмов контроллера распределение ресурсов процессора организовано так, что время выполнения любого из алгоритмов (от чтения входов до подачи управляющего воздействия) не превышает заданного значения продолжительности цикла.

Для пользователя преимущество контроллера HC900 в сравнении со стандартным ПЛК — строгая детерминированность процесса. Поскольку чтение входных переменных происходит непосредственно во время исполнения алгоритма, исключаются ошибочные воздействия на процесс, а фиксированное время выполнения циклов гарантирует, что каждый отдельный ПИД-регулятор всегда отработает своевременно.

Добавим, что сервисные алгоритмы контроллера HC900 исключают возможность "зависания" контроллера. Даже в случае некорректной конфигурации пользователем отдельных алгоритмов, контроллер

продолжит выполнение остальной части программы, не переходя в состояние общей ошибки.

Контроллер RC500

Контроллер RTU RC500 предназначен для построения систем телемеханики. Основные отличительные характеристики контроллера связаны с профилем его применения: возможность резервирования, низкое энергопотребление, расширенный диапазон рабочих температур $-40...70^{\circ}\text{C}$, широкие коммуникационные возможности и поддержка различных цифровых протоколов, быстрый цикл выполнения программы, встроенные средства для расчета расхода по AGA (American Gas Association) и функциональность буферизации оперативных данных до 2 Мб.

Контроллер поддерживает протоколы IEC 61850 и IEC 60870-5-101/103/104 для построения систем передачи и распределения электроэнергии. Линейка модулей ввода/вывода включает широкий спектр модулей с возможностью резервирования, в том числе модули с поддержкой SOE, высокоскоростными счетчиками и PoE. Наличие встроенного сторожевого таймера процессора (Watchdog) позволяет автоматически перезагружать контроллер в случае возникновения ошибки и его зависания. Программирование контроллера осуществляется посредством стандартных языков согласно IEC 61131-3 в пакете IsaGraph. Основная область применения — автоматизация распределенных объектов добычи и транспортировки углеводородов, а также электрораспределительные сети.

Контроллер PMD

Изначально данный контроллер был разработан для специализированного применения в целлюлозно-бумажном производстве совместно с системами контроля качества (например, системы Honeywell Da Vinci и Experion MX). Специализированное ПО, поставляемое вместе с контроллером, по умолчанию включает полный пакет библиотек, обеспечивающий автоматизацию всего технологического потока от приготовления щепы до склада готовой продукции, включая варочное производство и бумагоделательную машину.

PMD-контроллер имеет резервированную конфигурацию посредством установки в системе двух отдельных контроллеров с одинаковым системным и прикладным ПО. Реализация встроенных непосредственно в контроллер цифровых интерфейсов позволяет осуществлять быструю и удобную интеграцию с несколькими полевыми шинами в соответствии с различными стандартами (PROFIBUS-DP, INTERBUS, DeviceNet и LON). В настоящее время контроллер PMD благодаря производительному процессору, высокой скорости обработки сигналов и функциональному интерфейсу для полевых шин используется для решения задач управления в самых различных отраслях промышленности.

Контроллер Safety Manager

Для построения систем обеспечения безопасности персонала, окружающей среды и оборудования в составе платформы EPKS имеется специализированный

контроллер Safety Manager (SM) (рис. 5). Наиболее часто контроллеры данного типа применяются для создания систем ПАЗ, а также систем пожарной и газовой сигнализации. SM-контроллер является преемником контроллера FSC, но обладает более сложной аппаратной реализацией, необходимой для обеспечения функций диагностики и обработки ошибок. Принцип работы контроллера основан на использовании технологии QMR с интеллектуальной диагностикой. SM-контроллер имеет сертификат TUV на уровень SIL3 согласно IEC 61508. В линейке SM-контроллера предусмотрены специализированные терминальные панели для подключения датчиков обнаружения дыма, пламени и загазованности, а также терминальные панели с реле и поддержкой протокола HART. Для создания комплексных решений пожарной и газовой сигнализации SM-контроллер работает совместно с адресно-аналоговыми системами пожарной сигнализации типа Notifier.

Для подключения удаленных сигналов в системе предусмотрен специализированный модуль ввода/вывода, имеющий: 32 универсальных канала, поддержку резервирования, возможность размещения во взрывоопасных зонах и расширенный температурный диапазон работы, функцию мониторинга линии, функциональность SOE, а также поддержку HART. Модуль для подключения удаленных сигналов, как и сам контроллер, имеет сертификат TUV на уровень SIL3. Дополнительным преимуществом является возможность использования 24В от внутреннего источника питания, что исключает необходимость установки внешнего источника питания, имеющего сертификацию на уровень SIL3.

При построении распределенных систем безопасности на базе SM-контроллера для связи контроллеров между собой используется сеть SafeNet, сертифицированная на уровень SIL4. SM-контроллер поддерживает подключение в сеть FTE для связи с контроллером C300, сервером и станцией EPKS.

SM-контроллер обеспечивает сертифицированную по TUV возможность внесения изменений в прикладное и системное ПО, а также в аппаратную конфигурацию без остановки работы контроллера и ТП.

Для программирования SM-контроллера используется специализированное ПО Safety Builder. Создание прикладного ПО осуществляется в соответствии со стандартом IEC 61131-3 и IEC 61508. Интегрированные функции голосования, расширенной диагностики и проверки ПО при его компиляции существенно повышают безопасность создаваемых систем безопасности.



Рис. 5. Контроллер Safety Manager с удаленными модулями ввода/вывода

SM-контроллер поддерживает сбор и обработку событий посредством SOE, что позволяет однозначно зафиксировать хронологию развития аварийной ситуации и тех действий, которые были предприняты системой.

Сервер Experion PKS

Сервер платформы EPKS является носителем централизованной БД РВ, содержащей не только данные от контроллеров производства Honeywell, но и от всех подсистем, интегрированных в платформу EPKS. Сервер EPKS имеет возможность взаимодействия с большим числом сторонних подсистем как по специализированным, так и по открытым протоколам передачи данных. Осуществляется поддержка более 20 специализированных интерфейсов, в том числе интерфейсы к контроллерам Allen Bradley, Siemens, GE Fanuc и др.

Возможность резервирования сервера автоматически дает возможность получить в составе системы резервированную БД. Как открытая система платформа EPKS предоставляет доступ к данным РВ посредством различных механизмов, в том числе ODBC, API и SQL. Для обеспечения интеграции с системами уровня АСУТП, MES и ERP сервер EPKS имеет широкие возможности взаимодействия посредством OPC. В составе сервера имеются встроенный OPC-сервер и OPC-клиент с резервированием и поддержкой спецификаций DA, HDA и A&E. При этом OPC-сервер автоматически разворачивается вместе с БД РВ и не требует отдельного администрирования и конфигурирования — все изменения вносятся автоматически при модификации БД РВ.

Дополнительной функцией сервера является накопление исторических архивов. Для систем малого и среднего масштаба эта функция является незаменимой, так как выделение отдельного специализированного узла для сбора исторических данных в этом случае нецелесообразно. Производительности сервера EPKS в данном случае достаточно, чтобы обеспечить хранение и доступ к исторической информации за несколько лет.

Фирменной технологией корпорации Honeywell является Архитектура распределенных серверов DSA (Distributed Server Architecture). Она позволяет объединять до 60 серверов EPKS с целью создания масштабных систем управления с единой глобальной БД РВ. В таких системах может быть более 500 тыс. точек. Технология DSA предоставляет доступ к данным РВ, трендам и журналам. Она является инструментом для решения одной из наиболее актуальных задач современных АСУТП — построения единой операторной, предназначенной для повышения эффективности управления производством и обеспечения безопасности персонала.

Станция Experion PKS

Согласно данным консорциума по управлению в нештатных ситуациях (ASM) [3], до половины всех аварий на технологических объектах происходит по причине ошибок в управлении или неправильных действий персонала в нештатных ситуациях. При разработке платформы EPKS корпорация Honeywell придерживается рекомендаций консорциума ASM, деятельность которого направлена на предупреждение аварийных ситуаций, их ранее обнаружение и уменьшение последствий.

Для повышения эффективности работы персонала одним из приоритетных направлений деятельности корпорации является разработка эргономичных рабочих мест операторов. Выделим следующие основные составляющие:

- многооконная станция оператора в исполнении типа Icon с 2- или 4-мя экранами (рис. 6);
- специализированная клавиатура оператора со встроенной световой и звуковой сигнализацией, а также клавишами быстрой навигации и управления ТП;
- эффективный интерфейс оператора, разработанный в соответствии с рекомендациями консорциума ASM.

Отметим, что станция EPKS является универсальной, в связи с чем разделение на АРМ оператора и инженера имеет исключительно организационный характер. На каждой станции устанавливается идентичный набор ПО, а функциональность определяется текущим уровнем доступа пользователя.

Дополнительным средством повышения эффективности работы операторов является мобильная станция EPKS (рис. 7), базирующаяся на архитектуре OneWireless. Станция предоставляет полемому оператору интерфейс и функциональность, идентичные стационарной станции. Мобильная станция оператора изготавливается в специальном исполнении, обеспечивающем ее устойчивость к ударам, вибрациям, попаданию влаги и грязи. Станция имеет расширенный температурный допустимый диапазон температур $-20...60^{\circ}\text{C}$ и может быть использована во взрывоопасных зонах.

Вес станции — 2,2 кг, а время автономной работы — около 5 ч. Применение мобильной станции позволяет получить доступ к данным РВ и историческим данным в любой точке, где работает сеть OneWireless.

Управление полевыми устройствами (FDM)

В состав платформы EPKS входит универсальный инструмент для диагностики, удаленного обслуживания и конфигурирования интеллектуальных полевых

устройств — Field Device Manager (FDM), представляющий собой специализированное ПО на базе клиент-серверной архитектуры. Система поддерживает технологии DD/EDDL для устройств HART и FDT/DTM для устройств HART, Fieldbus и Profibus. Основное преимущество FDM — отсутствие необходимости в ручном конфигурировании каждого отдельного устройства и централизованный доступ ко всей информации по имеющимся устройствам. На сервере FDM создается БД полевых устройств. Добавление устройств в БД осуществляется автоматически при работе с сервером EPKS и наличии модулей ввода/вывода с поддержкой HART/Fieldbus, а также при необходимости вручную. Дополнительная информация, получаемая сервером FDM с интеллектуальных полевых устройств, является доступной в системе управления EPKS и отображается на предустановленных деталях экранов оператора.

Исторический модуль (PHD)

Для сбора долгосрочных исторических данных в EPKS имеется специализированный сервер PHD. БД сервера PHD построена на основе Microsoft SQL. Для подключения к различным АСУТП сервер поддерживает как специализированные, так и открытые интерфейсы передачи данных. PHD может служить централизованным коллектором исторической информации всего предприятия. Данные с сервера PHD используются как приложениями уровня MES, так и

различными бизнес-приложениями [1]. Сервер EPKS автоматически обращается за долгосрочными архивами к серверу PHD.

Повышение надежности узла PHD может быть достигнуто различными способами. В частности, 100% резервирование обеспечивается построением отказоустойчивого кластера с использованием внешнего высокоскоростного дискового массива iSCSI. Кроме того, несколько серверов PHD могут быть связаны между собой в единую архитектуру.

Сервер для внешнего доступа к данным (eServer)

При построении современных АСУТП необходимо предусматривать возможность безопасного предоставления данных о ТП клиентам из корпоративной сети предприятия. Для решения данной задачи в EPKS имеется специализированный сервер для внешнего доступа к данным eServer. Он взаимодействует посред-



Рис. 6. Станция оператора EPKS



Рис. 7. Мобильная станция EPKS

ством архитектуры DSA с внутренними технологическими серверами EPKS и предоставляет внешним клиентам статический и динамический доступ к данным на базе Internet Explorer по протоколу http. При этом мнемосхемы, разработанные в рамках реализации проекта АСУТП, могут быть использованы и на eServer без дополнительных преобразований и конвертаций. Таким образом, достигается унификация представления данных от локальной операторной на установке до центрального офиса. Использование различных протоколов для внутреннего и внешнего взаимодействия повышает защищенность данного сервера к внешним атакам. Для обеспечения дополнительной информационной безопасности данный сервер рекомендуется размещать в демилитаризованной зоне DMZ.

Интегрированное решение по видеонаблюдению (HDVM) и определению местоположения (HILS)

Дополнительными компонентами в составе платформы EPKS могут быть система видеонаблюдения HDVM и система мгновенного определения положения HILS. Данные компоненты существенно расширяют границы возможностей и применений платформы EPKS.

Интегрированное решение по видеонаблюдению на базе HDVM обеспечивает визуальный дистанционный контроль за состоянием объекта и технологического оборудования, позволяет сократить время реагирования персонала на аварийные ситуации и снизить риск их возникновения, а также обеспечивает контроль за состоянием окружающей среды в зоне технологической установки. Система HDVM позволяет выполнять непрерывную видеозапись с возможностью автоматической фокусировки на различные участки объекта в результате выдачи ручной или программной команды.

ПО HDVM полностью совместимо с платформой EPKS, что позволяет вывести видеоизображение на стандартный экран интерфейса оператора. Журнал сообщений и сигнализаций системы видеонаблюдения HDVM интегрируется в общий журнал событий PCY.

Система видеоаналитики HDVM используется для решения широкого спектра задач. Например, при обнаружении возгорания сигнал от системы видеонаблюдения может быть использован для выдачи звуковой и световой сигнализации, а также выдачи управляющих воздействий на клапаны и насосные агрегаты. Существует и обратная связь от системы управления в систему HDVM. Последняя может быть сконфигурирована так, чтобы выполнять видеозапись соответствующего участка технологического объекта при наступлении определенных технологических условий. Таким условием может стать, например, срабатывание датчика загазованности в помещении или уровня в емкости. При этом будет выполнено автоматическое наведение видеокамеры на требуемый участок технологического объекта или помещения и включение видеозаписи с требуемым качеством изображения.

Система мгновенного определения местоположения HILS предназначена для отслеживания местопо-

ложения персонала и активов в режиме РВ. Работа HILS базируется на применении следующих систем позиционирования: GPS, UWB, Wi-Fi и RFID. Система позволяет собирать и обрабатывать данные о положении объектов, представлять их на экране монитора в удобном 2D или 3D виде, генерировать сигнализации, пользовательские тревожные сообщения и отчеты.

Одна из основных задач системы HILS — повышение уровня безопасности предприятия. Она может быть использована для определения местоположения и отслеживания перемещения персонала во время возникновения аварийной ситуации и выдачи соответствующих рекомендаций по эвакуации. Система позволяет контролировать не только нахождение персонала в неблагоприятных зонах, но и используется для отслеживания ценных активов и оборудования. Особенно актуальна эта задача во время проведения крупных строительных работ. Также может быть решена задача контроля нахождения активов на складе. Для достижения наибольшего эффекта HILS интегрируется с существующей системой контроля доступа и охраны периметра на базе решения EBI (Enterprise Building Integrator).

Программное обеспечение EPKS

Операционная система

Работа с PCY и их обслуживание существенно упростилось после перехода к общедоступным ОС. Как и любой другой продукт, ОС постоянно развиваются и совершенствуются, расширяется их функциональность. В связи с этим встает вопрос адаптации PCY к актуальной версии ОС. В настоящее время EPKS работает на базе ОС Windows 2008 Server и Windows 7. Для обеспечения совместимости и надежности работы системы корпорация Honeywell предоставляет в составе платформы драйверы и обновления ОС, прошедшие процедуру тестирования. В контексте информационной безопасности отдельно отметим важную роль антивирусного ПО, без которого функционирование современных АСУТП не представляется возможным. Многоуровневая архитектура EPKS предусматривает наличие серверов автоматических обновлений ОС и антивирусного ПО.

Инженерный инструментарий

Конфигурирование платформы EPKS осуществляется с помощью единого программного пакета — Configuration Studio. Он дает возможность централизованного конфигурирования, в том числе и при построении масштабных распределенных систем на базе архитектуры DSA. Отдельные программные пакеты для решения узкоспециализированных задач автоматически открываются из Configuration Studio: ControlBuilder — для программирования контроллеров и модулей цифровых интерфейсов передачи данных, HMIWebDisplayBuilder — для создания мнемосхем оператора, QuickBuilder — для интеграции сторонних подсистем в БД РВ сервера.

*Мои результаты мне давно известны,
я только не знаю, как я к ним приду.*

Карл Фридрих Гаусс

Для удобства выполнения однотипных операций при создании БД и алгоритмов управления инженерные средства разработки интегрированы с MS Excel. Это позволяет существенно сократить время на их создание. Кроме того, данная функциональность полезна при внесении изменений в существующую БД.

В базовой функциональности представлены встроенные средства по автонастройке одноконтурных систем автоматического регулирования: OptiTune — поиск настроечных параметров ПИД-регулятора, ProfitLoop — построение одноконтурной системы усовершенствованного управления на основе прогнозирующей модели вместо традиционного ПИД-регулятора [1].

Системы управления сигнализацией

Являясь одним из лидеров консорциума ASM, Honeywell уделяет особое внимание развитию линейки продуктов по усовершенствованному управлению сигнализациями — Honeywell Advanced Alarm Management (HAAM).

Основываясь на технологии ASM, HAAM помогает оперативному персоналу:

- снизить потери, связанные с неэффективным представлением сигнализаций;
- повысить эффективность операторского управления за счет уменьшения числа сигнализаций, требующих вмешательства оператора;
- уменьшить время и усилия, направленные на разработку, внедрение и обслуживание системы сигнализаций.

Перечислим основные приложения HAAM [1].

Alarm Configuration Manager (ACM) представляет собой инструмент управления централизованной БД сигнализаций, с помощью которого можно контролировать конфигурацию сигнализаций PCY. БД сигнализаций ACM согласуется в свою очередь с конфигурацией системы сигнализаций PCY.

Alarm and Event Analysis (AEA) позволяет генерировать различные отчеты по так называемым "плохим" факторам: частоте срабатывания сигнализаций, числу повторяющихся сигнализаций и др., представляя собой таким образом мощный инструмент для анализа событий в системе управления.

UserAlert — инструмент оператора, который может использоваться для оповещения оператора о специфических условиях протекания процесса с возможностью учета фактора времени. Такие извещения (тревоги) конфигурируются достаточно просто самим оператором из приложения станции EPKS.

Опираясь на философию построения сигнализаций и оповещений, принятых на предприятии, продукты HAAM предоставляют инструменты управления сигнализациями (например, возможность изменять уставки срабатывания сигнализаций в зависи-

мости от режима работы установки), позволяют регулярно проводить анализ сигнализаций PCY с целью снизить их общее число до оптимального уровня, а, значит, обеспечить оператору условия для корректного и своевременного реагирования в случае возникновения аварийной ситуации.

Принципы развития PCY Honeywell

Преимственность

Корпорация Honeywell как один из лидеров рынка промышленной автоматизации постоянно расширяет функциональность линейки выпускаемых продуктов с развитием технологий. В течение 35 лет, прошедших с момента внедрения первой PCY TDC2000 в 1974 г., были разработаны и успешно внедрены несколько линеек PCY: TDC3000 — 1983 г., TPS — 1997 г., Plantscape — 1998 г. В связи с этим одним из базовых принципов разработки платформы EPKS было обеспечение преемственности и совместимости систем с минимальными доработками и, как следствие, с меньшими экономическими затратами. Такой подход исключает необходимость полной замены PCY при ее переводе на современные средства АСУТП. При этом могут быть рассмотрены два характерных сценария.

Сценарий 1 подразумевает замену только компьютерного оборудования верхнего уровня и ПО. В данном случае сохраняются контроллеры с загруженной БД и алгоритмами управления, модули ввода/вывода, кроссовое, релейное и вспомогательное оборудование, а также кабельная продукция. Несомненным преимуществом является то, что БД и алгоритмы контроллеров остаются неизменными. Как следствие, снижается время на проведение работ по модернизации, исключается вероятность появления ошибок в работе системы, минимизируются экономические затраты. Примером данного решения является использование ПО Experion PKS R400 с аппаратной платформой TDC3000.

При реализации *сценария 2* происходит замена не только компьютерного оборудования верхнего уровня и ПО, но и самих контроллеров. В данном случае сохраняются модули ввода/вывода в полном объеме или частично, кроссовое, релейное и вспомогательное оборудование, а также кабельная продукция. В отличие от сценария 1 здесь необходимо выполнить дополнительные работы по миграции БД и алгоритмов управления контроллеров. Заметим, что контроллер C300 поддерживает большинство предыдущих линеек модулей ввода/вывода, а также может одновременно работать с разными линейками. Такое решение является оправданным в том случае, если помимо миграции происходит расширение АСУТП, требуется увеличить мощность контроллера и ввести дополнительные модули ввода/вывода. Для миграции БД, алгоритмов управления и мнемосхем предусматриваются специализированные инструменты, разработанные Honeywell, которые существенно снижают время на выполнение работ, исключают ошиб-

ки при переносе алгоритмов управления и мнемосхем и таким образом позволяют в сжатые сроки решить задачу модернизации АСУТП. Экономически указанный подход является существенно более целесообразным, чем полная замена всей существующей системы. В результате платформа EPKS позволяет создать единое интегрированное решение, несмотря на различные аппаратные компоненты входящих в состав подсистем.

Миграция "на процессе"

Многие производства имеют достаточно длительные (до нескольких лет) безостановочные интервалы работы между ремонтами, что делает невозможным проведение работ по модернизации АСУТП. В то же время новые технологии существенно расширяют функциональность АСУТП. С целью применения новейших технологий для решения сложных задач автоматизации платформа EPKS имеет возможность безударной миграции "на процессе" в режиме РВ. В процессе данной миграции может быть обновлено ПО серверов и станций системы, а также ПО контроллеров с целью увеличения их производительности и функциональности. В составе платформы EPKS указанная опция не лицензируется и включена в базовое ПО. Для осуществления миграции в системе предусмотрена автоматизированная процедура, работающая в диалоговом режиме с пользователем.

Концепция "открытой системы" и информационная безопасность

Принципиальная особенность современных АСУТП состоит в том, что они уже не являются отдельными независимыми системами. В связи с этим постоянно возрастает сложность информационных взаимосвязей РСУ с различными локальными системами и системами управления верхнего уровня. Современная РСУ должна быть открытой, что обеспечивает требуемые взаимодействия для эффективного решения бизнес-задач всего предприятия, а не отдельного технологического объекта.

Интеграция сети АСУТП с корпоративными сетями остро ставит вопрос обеспечения информационной безопасности, так как в данном случае речь идет о потенциальной угрозе по отношению к самому технологическому объекту. Многоуровневая сетевая архитектура платформы EPKS разработана с учетом проблемы информационной безопасности. Внешний межсетевой экран защищает сеть АСУТП только от потенциальных атак со стороны корпоративной сети предприятия. Этот же межсетевой экран разрешает взаимодействие по определенным протоколам между отдельными узлами. Для повышения уровня безопасности организуется демилитаризованная зона DMZ с внутренним и внешним межсетевыми экранами (файрволами). Тем не менее, наличие зоны DMZ не гарантирует безопасность сети АСУТП, поскольку угроза может исходить непосредственно от узлов внутренней сети. Например, это может быть вирусная атака от подключенного к сети инженерного ноутбука. Для обеспечения информационной бе-

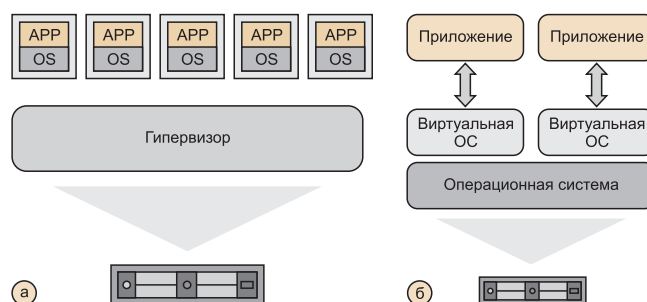


Рис. 8. Технология виртуализации серверов – а) и приложений – б)

зопасности сети управления ТП контроллер С300 платформы EPKS подключается в сеть не напрямую, а посредством специализированного аппаратного межсетевого экрана Control Firewall. Данный файрвол обеспечивает безопасность контроллеров, осуществляющих управление ТП, и создает дополнительную защиту как от внешних, так и от внутренних угроз. Кроме того, он обеспечивает устойчивые одноранговые соединения между контроллерами для их взаимодействия с очень малыми временными задержками.

Виртуализация

Технология виртуализации при создании ИТ-инфраструктуры предприятий применяется уже давно. В настоящее время уровень ее развития, в частности высокая надежность, позволяют использовать виртуальные платформы и в системах промышленной автоматизации. Применение указанной технологии как в мировой, так и в российской промышленной автоматизации пока находится на начальном этапе, а число внедрений минимально.

Технология виртуализации сервера (рис. 8, а) подразумевает использование гипервизора между ОС и аппаратными ресурсами платформы. Гипервизор отвечает за распределение ресурсов между различными виртуальными машинами и эмулирует виртуальную аппаратную платформу x86 для каждой ОС. Таким образом, ОС уже не имеет непосредственной связи с аппаратным обеспечением самой платформы. Применение данной технологии позволяет оптимизировать использование ресурсов аппаратных платформ, снизить их общее количество, снизить темпы обновления ОС и замены аппаратного обеспечения, упростить общее администрирование системы, повысить надежность и доступность платформы, а также снизить время на восстановление системы при сбое. Существует и ряд дополнительных преимуществ. Например, за счет уменьшения общего числа узлов снижается и энергопотребление всей системы. В платформе EPKS эта технология используется для таких узлов, как сервер, станция, контроллер домена, FDM, HAAM, eServer и др. (см. рис. на вкладке).

За счет технологии виртуализации приложений (рис. 8, б) объем ПО, установленного на одном узле, может быть значительно увеличен. В этом случае приложение инкапсулируется в дополнительную



Рис. 9. Единая операторная на базе Experion PKS

виртуальную ОС. Основное преимущество заключается в минимизации потенциальных конфликтов в реестре, файловой системе, библиотеках и драйверах при совместной работе различных приложений. Кроме того, в этом случае приложение не требует установки и может быть запущено не только с локального диска, но и с накопителей USB и с сетевых хранилищ. Корпорация Honeywell использует данную технологию для привилегированного клиента eServer, что исключает необходимость установки дополнительных компонентов на компьютерах пользователей в корпоративной сети.

В настоящее время платформа EPKS может быть полностью построена с применением технологии виртуализации на базе ПО VMWare. Применение описанного подхода позволит существенно сократить число компьютеров в системе и затраты на их обслуживание и поддержку.

Техническая поддержка и опыт внедрений Поддержка и реализация проектов

Корпорация Honeywell обладает широким набором программ, позволяющих систематизировать, отслеживать и своевременно корректировать ход выполнения проекта. Система Honeywell Operating System (HOS) предназначена для оптимизации поставок материалов, реализации единых унифицированных решений, отслеживания этапов и качества работ по монтажу аппаратных компонентов системы EPKS. При этом во всех сертифицированных сборочных предприятиях (интеграционных центрах) система HOS обязательна для использования, а сборка EPKS вне этих центров или на площадке у конечного пользователя не допускается. При разработке HOS Honeywell применяет методологию повышения качества SixSigma. При этом сертификация на SixSigma является обязательной для большинства сотрудников корпорации.

Руководствуясь требованиями современного глобального рынка, корпорация Honeywell открыла несколько центров круглосуточной технической поддержки (ТАС). Данные технические центры также занимаются программой поддержки клиентов SESP и удаленной технической поддержкой через защищенное соединение. Информация, полученная в ходе рабо-

ты с конечными пользователями, принимается во внимание при дальнейшем развитии платформы EPKS.

Опыт внедрений Experion PKS в России и в мире Experion PKS на ООО "КИНЕФ"

Комплекс глубокой переработки нефти (КГПН) в г. Кириши (Ленинградская область) — самое масштабное на сегодня внедрение средств автоматизации на базе Experion PKS в России. Комплекс состоит из ряда установок, охватывающих ТП вакуумной дистилляции, висбрекинга, изокрекинга, производства водорода, производства серы, а также вспомогательные производственные мощности (всего более 30 тыс. технологических параметров).

АСУТП КГПН охватывает большинство самых современных технических решений, представленных в настоящей статье: три резервированных сервера Experion PKS, 72 станции оперативного и обслуживающего персонала, 29 резервированных контроллеров C300 для управления ТП и 16 контроллеров Safety Manager для реализации функций ПАЗ, пожарной и газовой сигнализации. Кроме оборудования корпорации Honeywell на заводе представлен широкий перечень средств автоматизации сторонних производителей, реализующих функции вибромониторинга, расширенной диагностики, антипомпажного регулирования. Данное оборудование полностью интегрировано в EPKS с целью создания единого информационного пространства, унифицированных средств представления информации и управления ТП. На заводе внедрены решения по обучению и аттестации персонала на базе платформы Unisim [1], решения по организации внешнего доступа к данным с помощью eServer, а также функции расширенной диагностики и управления более чем 12 тыс. интеллектуальными HART устройствами посредством FDM.

Комплекс Pearl GTL компании Shell

Комплекс по добыче и переработке природного газа Pearl GTL компании Shell в Катаре является крупнейшим в мире и включает две газодобычающие платформы, трубопроводы, завод по сжижению и переработке газа, резервуарный парк и вспомогательные объекты. Совокупный объем автоматизации составляет более 100 тыс. аналоговых и дискретных параметров, более 230 тыс. интерфейсных параметров, а общее число точек в системе — более 700 тыс. ед.

Архитектура платформы EPKS обеспечила наиболее функциональное и эффективное решение для автоматизации столь масштабного проекта. Система EPKS для данного комплекса предусматривает 10 серверов Experion PKS, 56 станций оператора, более 190 контроллеров C300, более 110 контроллеров Safety Manager, более 800 модулей Foundation Fieldbus для интеграции более 20 тыс. устройств. В проекте представлены решения на базе OneWireless, FDM, HAAM, решения по измерению уровня в резервуарах и вибромониторинга, а также решения по системам смешения, усовершенствованного управления и обучения персонала. Еще одной отличительной чертой данного проекта является высокотехнологичная Единая операторная (рис. 9) на базе

архитектуры распределенных серверов DSA для централизованного управления всем ТП.

Заключение

В настоящее время изменились не только требования к средствам АСУТП, но и сам подход к автоматизации ТП. Для эффективного решения актуальных задач и получения требуемых результатов на современном конкурентном рынке комплекс средств автоматизации должен обладать рядом следующих принципиальных характеристик:

- масштабируемость и, следовательно, пригодность для управления как небольшими установками, так и крупными производственными комплексами;
- полнофункциональность, позволяющая комплексно решать широкий спектр задач автоматизации;
- компактность и надежность;

- открытость, но в то же время безопасность;
- преемственность версий и гарантированная техническая поддержка;
- использование инновационных аппаратных и программных решений.

Таким образом, в настоящей работе продемонстрировано соответствие платформы Experion PKS вышеприведенным требованиям.

Список литературы

1. Аносов А.А. и др. Высокотехнологичные решения корпорации Honeywell на базе платформы Experion PKS // Автоматизация в промышленности. 2011. №8.
2. Резник В.А. Инновации в мире беспроводных технологий: промышленный стандарт ISA100.11a // Автоматизация в промышленности. 2011. №6.
3. Abnormal Situation Management for Industry // Отчет Honeywell 94-01-0169, Aug.-Nov. 2005. — <http://statusreports.atp.nist.gov/reports/94-01-0169TEXT.htm>

*Доброскокин Александр Федорович — руководитель группы,
Мезенцева Светлана Анатольевна —руководитель группы,
Филатов Олег Петрович — руководитель отдела ЗАО "Хоневелл".
Контактный телефон (495) 796- 98-00. E-mail: trc@honeywell.ru*

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ РЕШЕНИЯ КОРПОРАЦИИ HONEYWELL НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ EXPERION PKS

А.А. Аносов, П.Е. Бородин, В.М. Дозорцев, Г.Л. Ефитов, Д.В. Кнеллер (ЗАО "Хоневелл")

Представлены системы автоматизации, использующие данные ТП РВ. Описаны элементы комплексного решения корпорации Honeywell: системы усовершенствованного управления ТП, управления производством, автоматического смешения, компьютерного тренинга операторов и др. Обоснованы преимущества, достигаемые за счет реализации указанных задач автоматизации на базе PCU Experion PKS.

Ключевые слова: смешение товарных продуктов, усовершенствованное управление ТП, имитационное моделирование, система управления сигнализацией, тренинг оперативного персонала, база данных реального времени, оперативное управление производством.

Введение

В публикуемой в настоящем номере журнала статье [1], посвященной системе Experion™ PKS (EPKS) — флагманской PCU корпорации Honeywell, описаны программные средства, обеспечивающие базовую функциональность этой системы управления. Однако возможности PCU EPKS этим далеко не исчерпываются. Как система управления, основанная на знаниях об управляемом процессе, EPKS является платформой для создания систем автоматизации РВ, таких как управление смешением в режиме РВ (система EBC), усовершенствованное управление и оптимизация ТП (линейка продуктов Profit®), инжиниринг на основе имитационного моделирования (платформа моделирования UniSim®) и др. В известной пирамиде средств промышленной автоматизации (рис. 1) эти системы располагаются на уровне, следующем за уровнем PCU, который посредством БД РВ (Uniformance) соединен с системами автоматизации MES-уровня (Business.Flex). В статье приводится краткий обзор этих решений.

Управление смешением

Задача управления смешением товарных продуктов ввиду ее важности и больших ресурсов оптимиза-

ции требует специального ПО для оптимального решения задач в РВ [2]. Как правило, смешение выполняется в потоке с одновременной подачей всех компонентов в общий коллектор в заданной пропорции. Только так можно обеспечить гомогенизацию потока, то есть однородность качественных характеристик по всему объему приготавливаемой партии.

В технологическую схему смешения (рис. 2) входят такие элементы оборудования, как расходомеры и регулирующие клапаны компонентных потоков на входе в коллектор смешения, расходомер на выходе из смесителя, насосы (если подача компонентов осуществляется из резервуаров). В некоторых случаях на выходе из коллектора могут быть установлены расходомер, обратный клапан, а также поточный анализатор для контроля качества смеси. Кроме того, при наличии разветвленной сети трубопроводов существуют изолирующие клапаны, позволяющие задавать маршруты подачи компонентов из различных резервуаров через те или иные насосы в различные компонентные врезки коллектора смешения.

Таким образом, после подключения всего вышеперечисленного оборудования к PCU и создания соответствующих дисплеев управления, оператор может проводить операции смешения в автоматизиро-